ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Научно-методический журнал
Издается с января 2003 г.
Периодичность издания – 4 раза в год

2022 № 2

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь журнал включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным, техническим (сельскохозяйственное машиностроение) и экономическим (агропромышленный комплекс) наукам

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

Б. М. Шундалов. Ранговая оценка региональных производственных результатов работы в сельскохозяйственной сфере АПК Беларуси 5
Е. Л. Путникова, В. А. Урбан. Подготовка бухгалтерской отчетности согласно международным стандартам финансовой отчетности 10
И. И. Лобан. Проблемы сбора отчетности и образования больших данных в условиях цифровой экономики. 14
А. А. Бурачевский. Механизм поддержки обновления производственных мощностей мясного животноводства 21
С. В. Балыкин. Агроэкотуризм как средство повышения экономической активности и занятости сельского населения в Республике Беларусь 25
Т. А. Куруленко. Соблюдение критериев признания основных средств как важное условие релевантности отчетной информации сельскохозяйственных организаций 28
Н. В. Карпович, Е. П. Макуценя. Организационные основы мировой торговли семенами овощных культур 32
Н. В. Киреенко, О. Н. Горбатовская, А. В. Горбатовский, Л. И. Довнар. Особенности формирования конкурентной среды в отрасли животноводства Республики Беларусь 38
Н. Н. Минина. Взаимосвязь изменений урожайности культур как основа выбора перспективных параметров аграрного производства сельскохозяйственных организаций могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости 44
Е. В. Кокиц. Факторы устойчивого развития свекловодства в Республике Беларусь 48
С. В. Шутова, М. З. Фрейдин. Направления стимулирования формирования и функционирования фонда инновационного развития научно-технологических парков Республики Беларусь 53
А. И. Подлипский. Теоретические аспекты агропромышленной интеграции 59

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

В. В. Скорина, Р. М. Пугачев. Эффективность комплексных минеральных удобрений при возделывании яблони и черной смородины 63
М. А. Литарная, В. З. Богдан, Т. М. Богдан, С. А. Иванов. Результаты изучения генофонда льна-долгунца 68
А. Н. Иванистов, Ю. Л. Тибец, С. В. Егоров, Байли Фенг. Результаты испытания семян и показатели качества зерна пшеницы северо-западного университета сельского и лесного хозяйства (КНР) 72
И. П. Козловская, Е. А. Сакова. Формирование листового аппарата у растений салата на субстратах различного состава при выращивании в зимних теплицах 77
В. А. Самусь, И. В. Ткачёв. Двухпроводниковые саженцы яблони в интенсивном плодоводстве 81
В. Ю. Лагоненко, М. С. Кастрицкая, А. Л. Лагоненко, Н. П. Максимова. Оценка вирулентности и способности к нуклеации льда фитопатогенных бактерий *pseudomonas syringae* pv. *Syringae* 84
Н. Ф. Надточаев, Д. А. Мочалов, Д. Н. Володькин, А. Н. Романович. Потери питательной ценности люцерны посевной при ее заготовке и консервировании 88

А. М. Пашкевич, А. И. Чайковский, Ж. А. Рупасова, В. С. Задаля. Влияние продолжительности светодиодного освещения на состояние комплекса фотосинтезирующих пигментов микрозелени капусты белокочанной. 92
В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. С. Барашков, Л. В. Шустова. Комплексная оценка качества зерна гречихи белорусской селекции в процессе замачивания и проращивания 97
Л. Д. Глущенко, Р. В. Олепир, А. И. Лень, М. П. Сокирко. Влияние антропогенных и природных факторов на урожайность корнеплодов свеклы сахарной и ее качество при бессменном выращивании 101
Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик. Оценка эффективности ризогенеза *in vitro* и адаптации *ex vitro с*ортов винограда таджикской селекции 105
Н. А. Дуктова. Гистологические особенности склеренхимы и морфологические параметры стебля как критерии отбора в селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию 112
В. А. Волынцева, В. И. Бушуева. Изменчивость биохимического состава галеги восточной в условиях орошения 117
В. А. Сердюков, В. Л. Маханько, Д. Д. Фицуро, А. И. Попкович, Д. С. Гастило. Влияние агротехнических приёмов возделывания (ширины междурядий) и технологий хранения на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля 124
М. Е. Маслинская, Н. С. Савельев, Е. В. Череухина. Изучение эффективности новых приемов при возделывании льна масличного 131
М. В. Сандалова, Р. М. Пугачёв. Фенологические особенности сортов земляники садовой ремонтантного типа в условиях северо-востока Республики Беларусь 137
А. В. Папсуев. Влияние баковых смесей гербицидов на засоренность и урожайность кукурузы на зерно 144
А. С. Будько. Биоэнергетическая эффективность возделывания озимой мягкой пшеницы 148

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

В. А. Шаршунов, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Обоснование параметров эластичного бича обмолачивающего устройства линии первичной переработки 153
С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Теоретическое обоснование молотильного зазора обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна 160
А. В. Китун, В. И. Передня, П. Ю. Крупенин, В. Г. Филатов. Оптимизация выбора оборудования для охлаждения и хранения молока 165
В. А. Шаршунов, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Обоснование параметров установки зажимного транспортера и деки обмолачивающего устройства линии первичной переработки 170
А. В. Китун, В. И. Передня, Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин, В. Г. Филатов. Оптимизация линии машинного доения коров 176
В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией 181
Г. А. Костюкович, А. В. Попрукайло, А. С. Воронцов. Виброактивность и критическая частота вращения карданных передач 187
В. С. Астахов, **Г. О. Иванчиков.** К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении продукционным процессом и повышение их эффективности при использовании различных машин и способов внесения 192
В. К. Липская, А. С. Шантыко. Комплексный подход к привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь 195

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

И. А. Романов. Оценка величины оросительной нормы при разных сценариях определения даты начала полива 199
Л. М. Мирсалахова. Гидравлический расчёт системы инъекционного орошения 204
С. М. Комлева, О. Н. Копцов. Построение 3-d модели усадебного надела крестьянского(фермерского) хозяйства «Черенковы» с использованием программного комплекса Sketchup 212

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

Ф. С. Приходько. О некоторых проблемах реализации инновационного потенциала современной науки 218
В. И. Клименко. Перспективы ресурсоэффективных природоохранных технологий интегрированного земледелия при возделывании картофеля 223
П. Б. Любецкий, М. Ю. Никонович. Исследование эффективности профориентационной работы в УО БГСХА 231

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

А. С. Чечеткин, Н. А. Глушакова, В. В. Васильев, С. В. Шутова. Ученый, экономист, управленец (*к юбилею Фрейдина Макса Залмоновича)* 238

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

The guidance journal
is published since January, 2003
Periodicity: issued four times a year

2022 № 2

According to the order of the High Attestation Commission of the Republic of Belarus the journal has been included in the list of scientific works for publishing results of theses on agricultural, technical (agricultural machine building) and economic (agrarian economics) sciences

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

B. M. Shundalov. Rating estimation of regional production results of work in agricultural sphere of AIC of Belarus 5
E. L. Putnikova, V. A. Urban. Preparation of accounting statements in accordance with international financial reporting standards 10
I. I. Loban. The problems of reporting and big data collection in the conditions of digital economy 14
A. A. Burachevskii. The mechanism of support of renewal of production capacities of meat animal husbandry 21
S. V. Balykin. Agro-ecotourism as a means of increasing the economic efficiency and employment of rural population in the Republic of Belarus 25
T. A. Kurulenko. Compliance with the criteria of recognizing fixed assets as an important condition for the relevance of reporting information of agricultural organizations 28
N. V. Karpovich, E. P. Makutsenia. Organizational bases of the world trade in seeds of vegetable crops 32
N. V. Kireenko, O. N. Gorbatovskaia, A. V. Gorbatovskii, L. I. Dovnar. Peculiarities of formation of competitive environment in the animal husbandry branch of the Republic of Belarus 38
N. N. Minina. Interrelation of changes in crop yield as a basis for choosing promising parameters of agricultural production in agricultural organizations of Mogilev region ensuring an increase in the degree of its stability 44
E. V. Kokits. Factors of sustainable development of beet growing in the Republic of Belarus 48
S. V. Shutova, M. Z. Freidin. Directions of stimulating the formation and functioning of the foundation of innovative development of scientific-technological parks in the Republic of Belarus 53
A. I. Podlipsky. Theoretical aspects of agro-industrial integration 59

FARMING AND PLANT-GROWING

V. V. Skorina, R. M. Pugachev. Efficiency of complex mineral fertilizers in the cultivation of apple-tree and black currant 63
M. A. Litarnaia, V. Z. Bogdan, T. M. Bogdan, S. A. Ivanov. Results of research into the gene pool of long-fiber flax 68
A. N. Ivanistov, Iu. L. Tibets, S. V. Egorov, Baili Feng. Seed testing results and wheat grain quality indicators from the Northwest A&F University (PRC) 72
I. P. Kozlovskaia, E. A. Sakova. Formation of leaf apparatus in lettuce plants on substrates with different composition when growing in winter greenhouses 77
V. A. Samus, I. V. Tkachev. Two-wire apple seedlings in intensive horticulture 81
V. Iu. Lagonenko, M. S. Kastritskaia, A. L. Lagonenko, N. P. Maksimova. Evaluation of virulence and ice nucleation ability of phytopathogenic bacteria Pseudomonas syringae pv. syringae 84

N. F. Nadtochaev, D. A. Mochalov, D. N. Volodkin, A. N. Romanovich. Losses of nutritional value of alfalfa during its harvesting and preservation 88
A. M. Pashkevich, A. I. Chaikovskii, Zh. A. Rupasova, V. S. Zadalia. The influence of LED lighting duration on the condition of the complex of photosynthetic pigments of white cabbage microgreens 92
V. A. Sharshunov, E. N. Urbanchik, A. S. Barashkov, L. V. Shustova. Complex estimation of quality of grain of buckwheat of Belarusian selection in the process of soaking and germination 97
L. D. Glushchenko, R. V. Olepir, A. I. Len, M. P. Sokirko. The influence of anthropogenic and natural factors on sugar beets productivity and quality during permanent cultivation 101
Kh. I. Bobodzhanova, N. V. Kukharchik. Evaluation of the efficiency of in vitro rhizogenesis and ex vitro adaptation of grape varieties of Tajik selection 105
N. A. Duktova. Histological features of sclerenchyma and morphological parameters of the stem as selection criteria for spring durum wheat breeding for resistance to lodging 112
V. A. Volyntseva, V. I. Bushueva. Changeability of biochemical composition of Galega orientalis in irrigation conditions 117
V. A. Serdiukov, V. L. Makhanko, D. D. Fitsuro, A. I. Popkovich, D. S. Gastilo. Influence of agrotechnical practices of cultivation (inter-row width) and storage technologies on indicators of storability of seed potato tubers 124
M. E. Maslinskaia, N. S. Savelev, E. V. Chereukhina. Studying the efficiency of new methods of oil flax cultivation 131
M. V. Sandalova, R. M. Pugachev. Phenological features of varieties of garden strawberry of remontant type in the conditions of the north-east of the Republic of Belarus 137
A. V. Papsuev. The influence of tank mixtures of herbicides on weediness and yield of corn grown for grain 144
A. S. Budko. Bioenergetic eficiency of growing soft winter wheat 148

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

V. A. Sharshunov, S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Justification of parameters of elastic bar of threshing device of the primary processing line 153
S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Theoretical justification of threshing gap of threshing device of the line of primary processing of flax 160
A. V. Kitun, V. I. Perednia, P. Iu. Krupenin, V. G. Filatov. Optimization of the choice of equipment for the cooling and storage of milk 165
V. A. Sharshunov, S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Justification of parameters of clamping conveyor and deck of threshing device of the primary processing line 170
A. V. Kitun, V. I. Perednia, Iu. A. Krupenin, P. Iu. Krupenin, V. G. Filatov. Optimization of the line of machine milking of cows 176
V. S. Astakhov, S. V. Kurzenkov, O. V. Gordeenko. Analysis of formation of stretching of tape of long-fiber flax harvested by combine technology 181
G. A. Kostiukovich, A. V. Poprukailo, A. S. Vorontsov. Vibro-activity and critical frequency of rotation of cardan gears 187
V. S. Astakhov, G. O. Ivanchikov. On the issue of importance of mineral fertilizers in production process management and their increased efficiency when using different machines and application methods 192
V. K. Lipskaia, A. S. Shantyko. Integrated approach to the attraction and retaining of young specialists, researchers and developers at machine-building enterprises of the Republic of Belarus 195

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

I. A. Romanov. Estimation of the value of irrigation norm with different scenarios of watering beginning date determination 199
L. M. Mirsalakhova. Hydraulic calculation of injection irrigation system 204
S. M. Komleva, O. N. Koptsov. Creating a 3D model of the estate plot of peasant (farmer) household “Cherenkovy” using the SketchUp software 212

PROFESSIONAL OUTLOOK

F. S. Prikhodko. On some problems of realizing the innovative potential of modern science 218
V. I. Klimenko. Prospects for resource-efficient environmental protection technologies of integrated agriculture in potato cultivation 223
P. B. Liubetskii, M. Iu. Nikonovich. Research into the efficiency of vocational guidance work in EE BSAA 231

JUBILEE DATES

A. S. Chechetkin, N. A. Glushakova, V. V. Vasilev, S. V. Shutova. A scientist, economist, manager (on the anniversary of the birth of Freidin Maks Zalmonovich) 238

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 631.115.1(476)

РАНГОВАЯ ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СФЕРЕ АПК БЕЛАРУСИ

Б. М. ШУНДАЛОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 18.01.2022)

В сельскохозяйственной сфере АПК Беларуси, особенно в сельхозорганизациях, важнейшим направлением является последовательное динамическое развитие каждой отрасли, измеряемое темпами роста (индексами) производства конкретных видов продукции. Динамическая тенденция последовательного увеличения объемов сельскохозяйственной продукции позволяет развивать и укреплять продовольственную безопасность государства. Белорусские регионы обладают значительным производственно-экономическим потенциалом сельхозназначения, но этот потенциал по регионам характеризуется недостаточным уровнем производственной отдачи. В связи с этим основная цель статьи заключается в выявлении занимаемого места каждого белорусского региона по уровню комплексного динамического развития производства продукции во всех категориях хозяйств республики за пятилетний период времени (2016–2020 гг.). С этой целью в работе применен метод ранговой оценки динамических изменений основных производственных результатов по каждому региону. Результаты изучения показали, что в растениеводстве первую ранговую позицию заняли все категории хозяйств Брестской области; на втором месте оказалась Могилевская область; третью позицию заняли хозяйства Минской области. В животноводческих отраслях лучшие динамические производственные результаты были достигнуты в хозяйствах Гродненского региона; второе место заняла Брестская область; третье – Минский регион. По общему комплексу показателей сельскохозяйственной динамической результативности за пятилетний период времени общеитоговое первое место заняла Брестская область, второе место – Могилевская, третья позиция – у Минского региона. Важно отметить, что ранжирование регионов способствует развитию соревновательной направленности в производстве сельскохозяйственного сырьевого ресурса для достижения гармонического функционирования всех сфер АПК Беларуси.

Ключевые слова: *ранговый метод, индексы роста, балльная оценка, региональная результативность.*

In the agricultural sector of the agro-industrial complex of Belarus, especially in agricultural organizations, the most important direction is the consistent dynamic development of each industry, measured by the growth rates (indices) of the production of specific types of products. The dynamic trend of a consistent increase in the volume of agricultural products makes it possible to develop and strengthen the food security of the state. Belarusian regions have a significant production and economic potential for agricultural purposes, but this potential in the regions is characterized by an insufficient level of production efficiency. In this regard, the main purpose of the article is to identify the place occupied by each Belarusian region in terms of the level of complex dynamic development of production in all categories of farms of the republic over a five-year period of time (2016–2020). For this purpose, the method of rank assessment of dynamic changes in the main production results for each region was applied in the work. The results of the study showed that in crop production, the first rank position was occupied by all categories of farms in Brest region; the second place was taken by Mogilev region; the third position was occupied by the farms of Minsk region. In livestock industries, the best dynamic production results were achieved in the farms of Grodno region; the second place was taken by the Brest region; the third is the Minsk region. According to the general set of indicators of agricultural dynamic performance over a five-year period, the overall first place was taken by the Brest region, the second place was taken by the Mogilev region, and the third position was taken by the Minsk region. It is important to note that the ranking of regions contributes to the development of a competitive orientation in the production of agricultural raw materials in order to achieve the harmonious functioning of all areas of the agro-industrial complex of Belarus.

Key words*: rank method, growth indices, scoring, regional performance.*

Введение

Продовольственная безопасность Беларуси формируется за счет функционирования агропромышленного комплекса (АПК), где сочетаются сельскохозяйственная, вспомогательная (обслуживающая), перерабатывающая и торгово-сбытовая сферы. Бесспорной основой в системе работы АПК является сельскохозяйственная сфера, где создается сырьевой потенциал всего продовольствия. Эта сфера в республике представлена различными категориями хозяйств: сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) и личными подсобными хозяйствами населения. Роль каждой из этих категорий в производстве разнообразных видов сельскохозяйственной продукции различна.

Сельхозорганизации поставляют в общую сырьевую «копилку» не менее 90 % зерна, почти 100 % сахарной свеклы и рапса, около 90 % выращенного скота и птицы на мясо, более 90 % молочного сырья, свыше 80 % яиц. Вклад немногочисленных крестьянских (фермерских) хозяйств в общепроизводственный потенциал пока невелик, зато хозяйства населения создают свыше 80 % овощей, фруктов и ягод. Это означает, что общий уровень функционирования сельскохозяйственной сферы АПК Беларуси в каждом административном регионе необходимо оценивать по производственным результатам всех категорий хозяйств.

В сельскохозяйственной сфере АПК республики, особенно в сельхозорганизациях, важнейшим аспектом деятельности является последовательное динамическое развитие каждой отрасли, измеряемое темпами роста (индексами) производства конкретных видов продукции. Величина этих индексов, представляющих собой отношение абсолютных показателей каждого последующего периода к предыдущему и выраженное в процентах, в растениеводческих отраслях зависит от размера посевной площади каждой культуры, валового сбора продукции, урожайности культур. В животноводческих отраслях индексы показывают процентное динамическое изменение численности поголовья, валового производства продукции, продуктивности животных.

Важно обратить внимание на то, что основной белорусский обобщающий статистический источник [3] содержит ограниченное число производственных показателей, по комплексу которых можно дать объективную оценку производственной результативности работы сельскохозяйственной сферы АПК республики. Тем не менее в этом информационном источнике, отражающем региональные особенности функционирования основных сельскохозяйственных отраслей, можно использовать около 30 разнообразных основополагающих показателей. Это означает, что при сопоставимой комплексной оценке белорусских регионов по результатам функционирования сельскохозяйственной сферы АПК можно достичь достаточно высокий уровень достоверности, для чего следует привлечь необходимую информацию по 6 областям за 5-летний период времени и включить в разработку до 30 производственных показателей. Таким образом, можно сформировать большую статистическую совокупность, представляющую произведение взаимосвязанных величин (6 регионов × 5 лет × 30 показателей), что дает 900 условных единиц. Такая представительная статистическая совокупность обеспечивает довольно высокий уровень достоверности проведения аналитических исследований.

Основная часть

Подготовка статьи обеспечивалась за счет использования официальных данных [3], опубликованных материалов [1, 2, 4–7]. Применялись разнообразные методы и приемы обработки данных: абсолютных и относительных показателей, средних величин, показателей динамики, сравнения, сопоставления. В статье использован ранговый метод, который ранее применялся в аналитических исследованиях [4–7]. Выполнение работы обеспечивалось за счет авторского опыта.

Проведение ранговой оценки производственного функционирования организаций и хозяйств в каждом белорусском регионе нацелено на выявление объективного места, которое занимает каждая административная область в сельскохозяйственной сфере АПК Беларуси. Несомненно, эта работа должна опираться на комплекс основополагающих показателей, играющих ведущую роль при оценке деятельности всех категорий хозяйств, где сельхозорганизациям республики принадлежит авангардная значимость в развитии и укреплении продовольственной безопасности государства. Теоретически наиболее объективная ранговая оценка работы сельхозсферы в каждой административной области предполагает включение в состав комплекса не только производственных, но и экономико-финансовых результатов, которые в условиях освоения товарно-денежных (рыночных) отношений играют особо важную роль. Но в основном официальном статистическом источнике [3] не принято отражать региональные экономико-финансовые показатели, хотя ежегодно публикуемый статистический справочник по сельскому хозяйству призван нести не только информационную, но и аналитическую функцию. С учетом такого обстоятельства ранговая оценка работы сельскохозяйственной сферы в каждом белорусском регионе может быть проведена по динамическим изменениям основополагающих производственных показателей.

Динамические позитивные сдвиги производственных показателей, выраженные в форме цепных индексов, представляют одну из важнейших задач функционирования сельскохозяйственной сферы АПК Беларуси. Исходя из этого, каждый процент индексного изменения можно условно считать, как 1 балл. Если учесть, что ранговая оценка работы сельскохозяйственной сферы может быть проведена за пятилетний период времени (2016–2020 гг.), то в начальном, 2016 г. по каждому производственному показателю во всех регионах начисляется по 100 баллов. Последующее количество баллов зависит от степени поступательного изменения, т. е. индекса развития. Поскольку каждый процент цепного

индекса приравнивается к 1 баллу, то региональные итоговые балльные результаты динамических изменений могут быть просуммированы по каждому производственному показателю в каждой административной области. Общая сумма баллов, набранная регионом в растениеводстве и животноводстве, позволяет определить соответствующее ранговое место области по производственной результативности функционирования всех категорий хозяйств.

Результаты расчета цепных индексов и суммирования баллов, характеризующих динамику посевных площадей, валового сбора продукции, урожайности культур по каждой административной области за пятилетний период времени (2016–2020 гг.) приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Общая сумма цепных индексов (баллов) по динамике производственных показателей в региональном растениеводстве Беларуси за 2016–2020 гг.**

Показатели	Наименование областей					
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Цепные индексы (баллы) посевных площадей:						
зерновых и зернобобовых	503	513	504	416	502	514
сахарной свеклы	484	–	–	478	481	580
льна-долгунца	517	506	499	417	507	497
овощных культур	488	499	489	485	495	486
картофеля	487	488	482	493	481	484
рапса	596	533	679	523	551	600
кормовых культур	507	478	500	497	500	489
Итого…	3582	3023	3153	3309	3517	3650
Цепные индексы (баллы) валового сбора:						
зерна	518	536	491	539	528	531
сахарной свеклы	492	–	–	480	502	602
льноволокна	572	494	514	632	526	485
овощей	497	495	489	487	496	489
картофеля	495	491	491	488	481	485
рапса	788	560	678	669	666	708
плодов и ягод	567	587	530	575	586	598
Итого…	3929	3163	3193	3870	3785	3898
Цепные индексы (баллы) урожайности культур:						
зерновых и зернобобовых	513	520	491	531	520	512
сахарной свеклы	508	–	–	501	520	513
льноволокна	555	483	526	569	520	503
овощных культур	507	497	499	500	502	501
картофеля	507	502	513	497	499	501
рапса	595	513	514	620	574	565
плодов и ягод	573	588	514	573	586	597
Итого…	3758	3103	3057	3791	3721	3692
Всего по растениеводству	11269	9289	9403	10970	11023	11240

Примечание: авторский расчет по официальным данным [3].

Данные табл. 1 показывают, что среди белорусских регионов при производстве основных видов растениеводческой продукции за пятилетний период времени (2016–2020 гг.) наиболее высокими динамическими изменениями характеризовались все категории хозяйств Брестской, Могилевской и Минской областей (свыше 11 тыс. балльных единиц). В то же время по комплексу динамических производственных результатов этим регионам значительно уступали хозяйства Витебского и Гомельского регионов. Такое отставание этих областей по динамике производства продукции растениеводства объясняется главным образом тем, что их сельхозорганизации не возделывали сахарную свеклу. На первый взгляд может показаться, что отсутствие производства сахарной свеклы в Витебском и Гомельском регионах якобы ставит их в неравные условия с остальными административными областями. Но производственно-экономический потенциал этих областей позволял наращивать более высокие динамические показатели в других растениеводческих отраслях, тем самым компенсируя индексное (балльное) отставание от других белорусских регионов.

Региональное животноводство всех категорий хозяйств Беларуси за пятилетний период времени (2016–2020 гг.) было представлено повсеместным разведением, выращиванием и функциональным использованием преимущественно молочного и мясного поголовья крупного рогатого скота, а также свиней, овец и коз, птицы. В официальном обобщающем статистическом источнике региональные сведения по отраслям животноводства были представлены следующими основными производственными показателями: выходным поголовьем животных и птицы по состоянию на начало каждого года, валовым производством молока, выращенного скота, свиней, птицы, яиц, а также удоем на 1 средне-

годовую корову. Результаты расчета суммы цепных индексов (баллов) по динамическим изменениям производственных показателей в животноводстве всех категорий хозяйств административных регионов республики за пятилетний период времени (2016–2020 гг.) приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что по динамическому изменению основных производственных показателей, характеризовавших развитие региональных животноводческих отраслей во всех категориях хозяйств Беларуси за пятилетний период времени (2016–2020 гг.), лидерами оказались Гродненская, Брестская и Минская области, набравшие более 4,5 тыс. балльных единиц. От этих регионов несущественно отстали все хозяйства Витебской, Могилевской и Гомельской административных областей. Это означает, что динамическое развитие основных производственных показателей в животноводстве за изучаемый период времени мало различалось по белорусским регионам.

Таблица 2. **Общая сумма цепных индексов (баллов) по динамике производственных показателей в региональном животноводстве всех категорий хозяйств Беларуси**

Показатели	Наименование областей					
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Цепные индексы (баллы) выходного поголовья:						
коров	500	497	500	500	499	500
молодняка скота	502	495	497	500	503	502
свиней	477	511	479	496	496	477
овец и коз	503	471	492	499	502	503
птицы	513	502	505	506	478	513
Итого…	2495	2476	2473	2501	2478	2495
Цепные индексы (баллы) производства продукции:						
молока	522	496	492	514	514	522
скота и птицы (ж. м.)	499	513	497	506	510	499
яиц	494	488	499	502	509	494
Итого…	1515	1497	1488	1522	1533	1515
Цепные индексы (баллы) годового удоя на 1 корову	522	498	490	516	512	522
Всего по животноводству	4532	4471	4451	4539	4523	4452

Примечание: авторский расчет по официальным данным [3].

Комплексное динамическое развитие производства основных сельскохозяйственных отраслей можно оценить по совокупности изменения производственных показателей, характеризующих совместное функционирование растениеводства и животноводства. С этой целью необходимо объединить (просуммировать) общее количество балльных единиц, набранных всеми ведущими производственными отраслями по каждому административному региону за пятилетний период времени (2016–2020 гг.). Полученные обобщенные результаты позволяют выявить, на какой ранговой позиции находилась производственная деятельность всех категорий хозяйств в каждой административной области и на этом основании можно установить порядковый рейтинг белорусских регионов. Общеитоговые балльные результаты производственного функционирования всех категорий хозяйств в разрезе каждого региона за пятилетний период времени (2016–2020 гг.) представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Комплексная балльная оценка и ранговые места белорусских регионов по динамическому развитию основных производственных отраслей**

Показатели	Наименование областей					
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Количество баллов:						
по растениеводству	11269	9289	9403	10970	11023	11240
по животноводству	4532	4471	4451	4539	4523	4452
Всего…	15801	13760	13854	15509	15546	15692
Ранговое место:						
по растениеводству	1	6	5	4	3	2
по животноводству	2	4	6	1	3	5
общеитоговое	1	6	5	4	3	2

Примечание: авторская разработка по официальным данным [3].

Как показывают данные табл. 3, согласно общеитоговому количеству балльных единиц, характеризующих совместное производственное динамическое функционирование основных сельскохозяйственных отраслей во всех категориях хозяйств каждого белорусского региона за пятилетний период времени (2016–2020 гг.), н а первом месте оказалась Брестская область. Вторую ранговую позицию заняла Могилевская область; третье место взяла Минская область. С небольшим балльным отстава-

нием на четвертое место вышла Гродненская область. Этим регионам в значительной мере уступала динамическая работа всех категорий хозяйств Гомельской и Витебской областей.

Заключение

Белорусские регионы по производству сельскохозяйственной продукции не являются конкурентами между собой, поскольку призваны выполнять единую государственную задачу – последовательно повышать уровень продовольственной безопасности страны. Вместе с тем для каждого региона, обладающего высоким производственно-экономическим потенциалом, весьма важно развивать соревновательную направленность в производстве сельскохозяйственного сырьевого ресурса для достижения гармонического функционирования всех сфер АПК. Между тем известно, что многие современные высокопроизводительные перерабатывающие предприятия АПК Беларуси работают со значительной недогрузкой из-за недостатка отечественного сырья. Согласно официальным данным [3], нормативная загруженность предприятий перерабатывающей сферы в среднем не превышает 75 %. Следовательно, в каждом белорусском регионе принципиально важно вести системную работу по последовательному увеличению объемов сельхозпродукции, улучшению ее качества. В этой работе соревновательный принцип, подкрепленный обоснованным материальным интересом со стороны государства, может оказать немалую выгоду каждому региону.

Целесообразно отметить, что в условиях развития и совершенствования товарно-денежных (рыночных) отношений рейтинговые позиции регионов представляют интерес с точки зрения инвестиционной привлекательности. Те регионы, которые имеют высокую и устойчивую ранговую позицию, обладают широкими потенциальными возможностями для привлечения крупных финансовых средств, направленных на реконструкцию и расширение производственной базы. Это обеспечивает последовательное улучшение условий производственной деятельности предприятий и хозяйств, способствует повышению интенсивности производства, нацеливает на последовательный рост производительности труда, снижение себестоимости продукции, повышение ее рыночной конкурентоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В. Г. Аграрная экономика: термины и понятия: энцик. справ. / В. Г. Гусаков, Е. И. Дереза. – Минск: Беларус. навука», 2008. – 576 с.

2. Предложения по интенсификации и повышению эффективности товарных отраслей растениеводства / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2007. – 35 с.

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Бел., 2021. – 180 с.

4. Шундалов, Б. М. Статистика агропромышленного комплекса: учебник / Б. М. Шундалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 496 с.

5. Шундалов, Б. М. Ранговая оценка потенциала рыночных конкурентов АПК / Б. М. Шундалов, С. В. Ржеуцкая // Вестник БГСХА. – 2006. – №3.

6. Шундалов, Б. М. Проблемы формирования молочного рынка в условиях переходного периода / Б. М. Шундалов. – Горки, 2003. – 96 с.

7. Шундалов, Б. М. Экономическая эффективность производства и реализации сельскохозяйственной продукции / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2017. – 244 с.

УДК 657:006.032

ПОДГОТОВКА БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ СОГЛАСНО МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Е. Л. ПУТНИКОВА, В. А. УРБАН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 2134077, e-mail: putnikova705@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.02.2022)

В статье представлены актуальные вопросы реформирования национальной системы бухгалтерского учета и способы подготовки финансовой отчетности в соответствии с требованиями МСФО, а также приведен процесс трансформации финансовой отчетности, согласно существующим способам составления отчетности в формате МСФО. При этом проанализированы мнения ученых и специалистов, изложенные в экономической литературе, нормативно – правовая база, международные стандарты финансовой отчетности и национальные стандарты бухгалтерского учета и отчетности. Обращено внимание на обоснованность методики преобразования отчетности и выделены главные уровни, отражающие суть перекладки отчетности организаций Республики Беларусь в международный формат. По результатам проведенного исследования определено понятие, объект, главные цели, сущность и этапы трансформации бухгалтерской (финансовой) отчетности. Отражена стратегия проведения трансформации бухгалтерской (финансовой) отчетности, которая включает в себя такие основные направления как, анализ применяемой учетной политики и счетов баланса, а также формирование информации и разработку рабочих таблиц для составления отчетов. Результаты исследования свидетельствуют, что видоизменение финансовой отчетности Республики Беларусь сообразно с международными стандартами финансовой отчетности является первым, очень важным и обязательным шагом на пути перехода на МСФО. Это связано с тем, что даже при переходе к параллельному учету, необходимо, как минимум один раз, провести модификацию отчетности для получения начального пробного баланса и форм финансовой отчетности, которые составляются, исходя из действующего мирового опыта. Следовательно, для оптимального варианта осуществления процесса гармонизации отчетности, необходимы знания правил бухгалтерского учета, применительно к специфике финансово-хозяйственной деятельности белорусских организаций, действующих концептуальных основ финансовой отчетности, а также самих стандартов и их интерпретаций.

Ключевые слова: *международные стандарты финансовой отчетности, трансформация, национальный учет, отчетность, корректировки.*

The article presents topical issues of reforming the national accounting system and methods of preparing financial statements in accordance with the requirements of IFRS, and the process of transformation of financial statements according to the existing methods of reporting in the IFRS format is also given. At the same time, the opinions of scientists and specialists set out in the economic literature, the regulatory framework, international financial reporting standards and national accounting and reporting standards are analyzed. Attention is drawn to the validity of methodology for converting reporting and the main levels are highlighted, reflecting the essence of shifting the reporting of organizations of the Republic of Belarus into an international format. Based on the results of the study, the concept, object, main goals, essence and stages of transformation of accounting (financial) statements are determined. The strategy of transformation of accounting (financial) statements is reflected, which includes such main directions as the analysis of the applied accounting policy and balance sheet accounts, as well as the formation of information and the development of working tables for the preparation of reports. The results of the study indicate that modification of the financial statements of the Republic of Belarus in accordance with international financial reporting standards is the first, very important and mandatory step towards the transition to IFRS. This is due to the fact that even when switching to parallel accounting, it is necessary to modify the reporting at least once to obtain an initial trial balance sheet and financial reporting forms that are compiled based on current international experience. Therefore, for the optimal implementation of the process of harmonization of reporting, knowledge of accounting rules is necessary, in relation to the specifics of financial and economic activities of Belarusian organizations, the existing conceptual foundations of financial reporting, as well as the standards themselves and their interpretations.

Key words: *international financial reporting standards, transformation, national accounting, reporting, adjustments.*

Введение

Существование в мире международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) подразумевает единообразие представляемой финансовой отчетности. Следование данным стандартам, в первую очередь, дает возможность заинтересованным лицам оценивать и сравнивать отчетность разных организаций. Таким образом, если в определенной стране общепринятыми являются не международные стандарты финансовой отчетности, а собственные национальные стандарты, то соответствия отчетности международным стандартам можно достигнуть путем трансформации данной финансовой отчетности.

Возникновение в ходе трансформации отчетности определенных трудностей является нормальным течением процесса, так как в нашей стране еще не завершено реформирование системы бухгалтерского учета и отчетности, претерпевает изменения нормативная база, регулирующая данную область, а также активные бухгалтеры продолжают более подробно изучать МСФО и приобретать опыт работы с ними. Необходимо отметить, что применение МСФО нужно лишь для того, чтобы удовлетво-

рить потребность инвесторов и прочих лиц в идентичности финансовой отчетности различных организаций для дальнейшего сопоставления ее.

Основная часть

В целях повышения эффективности деятельности организаций в Республике Беларусь ведется поиск, разработка и внедрение инновационных путей развития. Направление на инновационное развитие закрепляется в нормативно-правовой базе. Общие принципы государственной инновационной политики зафиксированы в Законе Республики Беларусь «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь» от 10 июля 2012 г. № 425-З [1]. В соответствии с названным Законом была принята Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, которая отражает «Цель взаимовыгодного международного научно-технического и инновационного сотрудничества с привлечением технологий мирового уровня в экономику страны и иностранных инвестиций в научную, научно-техническую и инновационную сферы» [2]. Следовательно, для привлечения иностранного капитала с целью расширения внешнеэкономической деятельности субъектам хозяйствования Республики Беларусь необходимо приблизить бухгалтерский учет и формы составляемой отчетности к международной практике.

Для осуществления соответствующих преобразований в национальной системе бухгалтерского учета была разработана Государственная программа перехода на международные стандарты бухгалтерского учета в Республике Беларусь, утвержденная постановлением Совета Министров РБ от 04.05.1998г. №694. В настоящее время в РБ в рамках реализации программы по внедрению МСФО разработан и принят целый ряд нормативно-правовых актов, основывающихся на положениях соответствующих стандартов. Закон «О бухгалтерском учете и отчетности», вступивший в силу в Беларуси с 1 января 2014 года, предусматривает сближение национальной системы бухгалтерского учета и отчетности с международными стандартами финансовой отчетности (МСФО). С этой целью в Беларуси принимаются национальные стандарты бухгалтерского учета и отчетности, основанные на МСФО.

Как показывает практика, финансовая отчетность, составленная по белорусским и западным стандартам для одной и той же организации, может существенно отличаться. Руководители организаций признают, что финансовая отчетность по международным стандартам необходима для более эффективного управления, поэтому многие организации добровольно составляют отчетность по МСФО, даже в тех случаях, когда законодательство этого не требует.

Существуют несколько способов составления отчетности в формате МСФО, представленных в табл.1.

Таблица 1. **Способы составления отчетности в формате МСФО**

Способы составления отчетности	Суть способа
Ведение независимого параллельного учета (конверсия);	Учет ведется по белорусским и западным стандартам одновременно
Комбинированный способ	Периодическая трансляция из учета согласно НСБУ в учет по МСФО с последующими корректировками
Трансформация отчетности	Показатели отчетности по МСФО формируются на основании отчетности по белорусским стандартам путем проведения корректировок

Примечание. Составлена авторами по данным источников [3, 4].

Трансформацию отчетности следует отличать от организации параллельного бухгалтерского учета. Трансформация затрагивает исключительно статьи бухгалтерской отчетности, а параллельное ведение бухгалтерского учета обеспечивает формирование текущей финансовой информации на основе соответствующих бухгалтерских записей на любую дату в течение всего отчетного периода. Поэтому точность показателей, полученных при трансформации бухгалтерской отчетности, ниже по сравнению с параллельным ведением учета. Наиболее распространенной в Республике Беларусь является трансформация бухгалтерской отчетности в финансовую отчетность по МСФО.

Для приведения показателей, содержащихся в отчетности организаций Республики Беларусь, к международным стандартам финансовой отчетности осуществляется перегруппировка отчетных (учетных) данных, или трансформация бухгалтерской отчетности.

Сущность трансформации бухгалтерской (финансовой) отчетности заключается в процессе корректировки статей национальной бухгалтерской (финансовой) отчетности в финансовую отчетность, соответствующую иным стандартам бухгалтерского учета и отчетности. Она производится на определенную отчетную дату, поскольку речь идет об изменении показателей отчетности. В свою очередь трансформация предполагает, что показатели отчетности по МСФО формируются на основании отчетности по белорусским стандартам путем проведения корректировок. Метод трансформации поз-

воляет сэкономить денежные средства компании, так как для ее проведения не требуется использования большего числа персонала и специального программного обеспечения. Кроме этого, преимуществом данного метода является его наглядность, поскольку все исходные данные и корректировки можно проверить.

Трансформация состоит из ряда этапов, содержание которых зависит от финансово-хозяйственной деятельности предприятия и организации бухгалтерского учета. В настоящий момент нет единого способа проведения трансформации, поэтому и каждый специалист, осуществляющий трансформацию отчетности в МСФО, может разработать свою методику. Тем не менее процесс трансформации в общем случае можно представить состоящим из стандартной последовательности ряда этапов, приведенных в табл. 2.

Таблица 2. **Этапы трансформации финансовой отчетности**

Название этапа	Содержание этапа
Определение объектов трансформации	Формирование учетной политики организации в соответствии с итоговыми стандартами, выявление объектов, которые должны претерпеть изменение в ходе трансформации
Оценка величин требуемых изменений	Определение величины разницы в оценке объектов трансформации в соответствии с исходной и итоговой системой стандартов
Корректировка объектов трансформации	Осуществление корректировки объектов трансформации с помощью трансформационных (корректирующих, корректировочных) записей
Составление итоговых форм отчетности	Формирование показателей финансовой отчетности, включая все необходимые формы, в соответствии с требуемыми итоговыми стандартами

Примечание. Составлена авторами по данным источника [5].

Процесс трансформации (метод корректировки предшествующих отчетных периодов) – периодический подход, при котором информацию, сформированную по национальным стандартам бухгалтерского учета Республики Беларусь, анализируют и вносят изменения для приведения в соответствии с МСФО.

Преобразование отчетности можно представить, как «перевод» финансовой отчетности Республики Беларусь в международную способом корректировки отдельных показателей (методы, получения которых по НСБУ отличаются от МСФО).

Для составления измененных записей целесообразно собрать информацию в объеме, достаточном для проведения трансформации национальной отчетности в отчетность по положениям МСФО.

Перед тем, как приступить непосредственно к функции корректировки необходимо выполнить существенную работу, включающую в себя следующие процедуры: собирается информация об основных видах деятельности и структуре организации; накапливается документальная информация о применяемой в организации системе бухгалтерского учета, а также методах и процедурах ведения бухгалтерского учета совершаемых операций; оценивается весь объем работы и на его основании разрабатывается график проведения процесса трансформации и в обязательном порядке осуществляется его согласование с руководством организации; исходя из положений национального учета составляется и формируется отчетность организации.

По нашему мнению, обобщенная стратегия проведения трансформации должна включать в себя такие направления, как проведение анализа применяемой учетной политики и состояния бухгалтерского учета в организации; анализ счетов баланса; составление преобразованного баланса на отчетную дату; подготовку рабочих таблиц для составления отчета о прибылях и убытках, исходя из международных рекомендаций; формирование информации и разработка рабочих таблиц для составления отчета о движении денежных средств; заполнение форм финансовой отчетности и расшифровка статей с помощью примечаний.

Анализ учетной политики также раскрывает несоответствие учета по белорусским стандартам и МСФО. При переходе же на МСФО формирование учетной политики должно базироваться на методологии, вытекающей из конкретных действующих международных стандартов и их интерпретаций, регулирующих учет тех или иных операций, а также применять правила и положения Концептуальных основ финансовой отчетности, не игнорируя при этом сложившуюся практику учета, не противоречащую международным стандартам. Возникающие ситуации, не встречающиеся в международной практике, следует решать, опираясь на профессиональное суждение специалистов в области бухгалтерского учета [6].

Учитывая вышеизложенное, в методике преобразования отчетности выделим следующие главные уровни, отражающие суть перекладки отчетности организаций Республики Беларусь в международный формат.

Первый уровень будет представлять анализ счетов для составления отчетности и изучение состояния бухгалтерского учета организации.

На втором уровне следует сформировать ведомости, содержащие остатки и обороты по бухгалтерским счетам, тщательно подготовить рабочие документы и уже на их основании выявляются различия с целью доведения количественных и качественных характеристик каждого счета до требований МСФО.

Третий, немаловажный, уровень заключается в составлении исправительных записей, позволяющих довести значение каждого счета по своему экономическому содержанию до уровня международных положений. После этого формируются новые пробные балансы и отчеты, как правило, по типовому плану счетов, применяемому в Республике Беларусь, но, при этом, по экономическому содержанию и хозяйственному назначению в новой системе отчетности.

Выделение четвертого уровня необходимо ввиду того, что его результат – это решение в значительной степени технической задачи, а именно реклассификация отечественных счетов в международные счета.

Особому рассмотрению подлежит вопрос, когда организацией составляется отчетность по МСФО впервые. В этом случае этапы трансформации отчетности будут составлены с учетом требований МСФО (IFRS) 1 «Первое применение МСФО». Прежде всего организации необходимо подготовить и представить начальный отчет о финансовом положении по МСФО на дату перехода на международные стандарты.

Для соответствия МСФО (IAS) 1 «Представление финансовой отчетности», впервые подготовленная по МСФО отчетность, должна включать, по крайней мере, три отчета о финансовом положении, два отчета о совокупной прибыли (если таковые представляются), два отчета о движении денежных средств, два отчета об изменениях в капитале и соответствующие примечания, включая сравнительную информацию [7].

Заключение

Следовательно, для оптимального варианта осуществления процесса гармонизации отчетности, необходимы знания правил бухгалтерского учета, применительно к специфике финансово-хозяйственной деятельности белорусских организаций, действующих концептуальных основ финансовой отчетности, а также самих стандартов и их интерпретаций [8].

Таким образом, видоизменение финансовой отчетности Республики Беларусь сообразно с международными стандартами финансовой отчетности является первым, очень важным и обязательным шагом на пути перехода на МСФО. Это связано с тем, что даже при переходе к параллельному учету, необходимо как минимум один раз провести модификацию отчетности для получения начального пробного баланса и форм финансовой отчетности, которые составляются, исходя из действующего мирового опыта.

ЛИТЕРАТУРА

1. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь: Закон Республики Беларусь от 10.07.2012 № 425-З: принят Палатой представителей Национального собрания 31 мая 2012 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 17.05.2016, 2/2362.

2. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы: Указ президента Республики Беларусь от 15 сентября 2021 г. № 348 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 17.09.2021, 1/19898.

3. Аникин, П. А. Международные стандарты финансовой отчетности: учебник для академического бакалавриата / П. А. Аникин, А. Л. Ребизова. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 385 с.

4. Миронов, П. О. Международные стандарты финансовой отчетности: учебник и практикум для бакалавриата, специалитета и магистратуры / П. О. Миронов. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 242 с.

5. Дружиловская, Т. Ю. Теоретический аспект трансформации финансовой отчетности организации / Т. Ю. Дружиловская // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2010. – №4. – С. 240–246.

6. Путникова, Е. Л. Учетная политика организаций в условиях сближения с международными стандартами финансовой отчетности / Е. Л. Путникова // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник статей X Междунар. научно-практ. конф., 4–5 апреля 2019 г. В 4-х ч. Ч. 2. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – С. 276–278.

7. Медведев, В. Ю. МСФО: переводы на человеческий. Выпуск 2. IFRS 1 «Первое применение международных стандартов финансовой отчетности» / В. Ю. Медведев. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 193 с.

8. Путникова, Е. Л. Основы методики трансформации отчетности организаций Республики Беларусь в отчетность, подготовленную в соответствии с МСФО / Е. Л. Путникова, В. А. Урбан // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Вятская ГСХА и 55-летию экономического факультета. – Киров, 2020. – С. 242–245.

УДК 338.22.021.4

ПРОБЛЕМЫ СБОРА ОТЧЕТНОСТИ И ОБРАЗОВАНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

И. И. ЛОБАН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: loban-irina@mail.ru

(Поступила в редакцию 25.02.2022)

Отчетность – это система взаимосвязанных показателей, характеризующих условия и результаты деятельности организации, которые отражаются в определенном документе. Составление отчетности – это завершающий этап учетного процесса, поэтому она состоит из обобщающих итоговых показателей, которые получают в конце отчетного периода с помощью соответствующей обработки данных текущего учета. Отчетность содержит количественные и качественные показатели, как в стоимостном, так и в натуральном выражениях. Она представляет собой источник информации для анализа и принятия решений, как для внутренних, так и для внешних пользователей. Цель отчетности состоит в обобщении учетных данных за определенное время и представлении их в наглядной форме заинтересованным пользователям. Отчетность необходима для руководства хозяйственной деятельностью и служит базой для принятия управленческих решений и последующего планирования. Данные отчетности используются внешними пользователями для оценки эффективности работы организации, а также для проведения экономического анализа в самой организации. Кроме того, отчетность необходима для руководства хозяйственной деятельностью и служит исходной базой для последующего планирования.

В настоящее время отчетность сдается и принимается в электронном виде. Электронная отчетность может представляться в формате офлайн или онлайн. Последний формат получил наибольшее распространение, поскольку позволяет не устанавливать в организациях специальное программное обеспечение, а отправлять отчетность посредством многофункциональных веб-порталов организаций, собирающих отчетность. Сдача отчетности в электронном виде намного упрощает процесс документооборота в целом, поскольку экономится как время, так и денежные средства, которые обычно расходуются на пересылку или на дорогу нарочного в контролирующие органы и на простой в очередях при приеме отчетности. При сдаче отчетности через сеть Интернет система сама проверяет документы на наличие несоответствий уже при вносе данных в электронную форму, что позволяет избежать многих ошибок. Оправлять отчетность можно в любое время суток, хранить такие документы удобнее и проще. Программное обеспечение для составления и сдачи отчетности посредством веб-порталов обновляется самостоятельно, все обновления и изменения нормативных документов также вносятся контролирующими органами, экономя время бухгалтера.

Несмотря на происходящие перемены в порядке представления отчетности, имеется еще достаточное количество нерешенных проблем в этой сфере, и они носят масштабный характер.

Ключевые слова: *виды отчетности, формы отчетности, электронный формат, базы данных.*

Reporting is a system of interrelated indicators that characterize the conditions and results of the organization's activities, which are reflected in a specific document. Reporting is the final stage of the accounting process, therefore it consists of generalizing totals that are obtained at the end of the reporting period with the help of appropriate processing of current accounting data. Reporting contains quantitative and qualitative indicators, both in value and in kind. It is a source of information for analysis and decision-making, both for internal and external users. The purpose of reporting is to summarize the accounting data for a certain time and present them in a visual form to interested users. Reporting is necessary for managing business activities and serves as a basis for making management decisions and subsequent planning. Reporting data is used by external users to evaluate the performance of the organization, as well as to conduct economic analysis in the organization itself. In addition, reporting is necessary for managing business activities and serves as an initial basis for subsequent planning.

Currently, reports are submitted and accepted electronically. Electronic reporting can be submitted offline or online. The latter format is the most widespread, since it allows not to install special software in organizations, but to send reports through multifunctional web portals of organizations that collect reports. Submission of reports in electronic form greatly simplifies the process of document flow as a whole, since it saves both time and money, which are usually spent on sending or on the way of a courier to the regulatory authorities and on idle time in queues when receiving reports. When submitting reports via the Internet, the system itself checks documents for inconsistencies already when entering data into an electronic form, which allows you to avoid many errors. You can send reports at any time of the day, it is more convenient and easier to store such documents. The software for compiling and submitting reports through web portals is updated independently, all updates and changes in regulatory documents are also made by regulatory authorities, saving the accountant's time.

Despite the ongoing changes in the reporting procedure, there are still a sufficient number of unresolved problems in this area and they are of a large-scale nature.

Key words*: types of reporting, reporting forms, electronic format, databases.*

Введение

В настоящее время все хозяйствующие субъекты обязаны представлять различную отчетность. Ее перечень и количество зависит от формы и размера самого субъекта. Отчетность является завершающим этапом системы бухгалтерского учета и должна надежно, полно и прозрачно отражать дан-

ные о финансово-хозяйственной деятельности субъектов. От достоверности и качества представленной информации во многом зависит эффективность управления.

На современном этапе отчетность имеет, прежде всего, налоговую, фискальную, статистическую направленность, и ориентирована в основном на удовлетворение запросов органов управления различных уровней в информации, необходимой для принятия управленческих решений. Представление отчетности преследует и контрольную функцию со стороны государства, система отчетности закреплена законодательно и контролируется государством. Отчетная информация, представляемая вышестоящим органам внушительна по объему и количеству форм и показателей, имеются формы, близкие по смыслу и содержанию. Отчетные показатели не согласованы между собой, что приводит к необъективности отчетной информации, усложняет принятие управленческих решений, требует совершенствования порядка формирования показателей. Представление отчетности в электронном формате, с одной стороны, требует ее отправки на веб-порталы разных министерств, что ведет к значительной нагрузке на респондентов, с другой стороны, накопление показателей отчетности ведет к образованию так называемых «больших данных». Последние образуют базы данных, которые необходимо хранить и обрабатывать, что требует наличия значительных трудовых и финансовых ресурсов. Необходимо и реформирование отчетности с учетом международных стандартов финансовой отчетности.

Основная часть

Информация о производственно-хозяйственной деятельности отдельных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей обобщается с помощью различных показателей и представляется внешним пользователям и вышестоящим организациям в форме отчетности. По видам отчетность делится на бухгалтерскую (индивидуальную и специализированную), налоговую, статистическую и ведомственную.

Вопросы формирования и представления индивидуальной бухгалтерской отчетности находятся в ведении Министерства финансов, а специализированной – Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Согласно Национальному стандарту бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» [2], к бухгалтерской отчетности относят: для коммерческих организаций – бухгалтерский баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет об изменении собственного капитала, отчет о движении денежных средств, примечания к бухгалтерской отчетности; для некоммерческих организаций – бухгалтерский баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет об использовании целевого финансирования, примечания к бухгалтерской отчетности. Согласно закону «О бухгалтерском учете и отчетности» [3], организации должны составлять годовую бухгалтерскую отчетность, а в случаях, предусмотренных законодательством Республики Беларусь, – промежуточную (квартальную, месячную) отчетность. Содержащаяся в бухгалтерской отчетности организации информация не является коммерческой тайной, за исключением случаев, предусмотренных законодательством Республики Беларусь. Отдельные организации представляют индивидуальную отчетность, а группы организаций, входящие в холдинг, хозяйственное общество и другие – консолидированную отчетность. Организации представляют годовую индивидуальную отчетность собственнику имущества (учредителям, участникам) организации; государственным органам, если отчитывающиеся организации находятся в их подчинении (входят в их состав) или иным организациям. Главными задачами бухгалтерской отчетности являются составление объективной и полной картины состояния и деятельности организации, подготовка данных для анализа хозяйственной деятельности с целью ее оптимизации и предотвращения убытков.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия установлен перечень специализированных форм годовой бухгалтерской отчетности для организаций сельского хозяйства, охоты, рыболовства, рыбоводства, занимающихся производством пищевых продуктов, включая напитки, обрабатывающей промышленности и предоставления услуг в этих областях [4]. Так, для организаций сельского хозяйства, охоты, рыболовства, рыбоводства обязательным является составление форм 5-АПК, 6-АПК, 7-АПК, 8-АПК, 9-АПК, 13-АПК, 14-АПК, 15-АПК, 16-АПК, 18-АПК, 20-АПК, 21-АПК, 22-АПК, 23-АПК, 23К-АПК, 66-АПК. Для организаций, занимающихся производством пищевых продуктов, включая напитки, обрабатывающей промышленности и предоставления услуг в этих областях обязательным является составление форм 25-АПК, 25-АПК (лён), 25А-АПК, 26-АПК, 26А-АПК, 27-АПК, 27А-АПК, 32-АПК, 33-АПК, 34-АПК, 35-АПК, 37-АПК, 47-АПК, 53-АПК, 54-АПК, 55-АПК, 56-АПК, 60-АПК. Для организаций сельского хозяйства, охоты, рыболовства, рыбоводства, занимающихся производством пищевых продуктов, включая напитки, обрабатывающей промышленности и

предоставления услуг в этих областях обязательным является составление форм 4-АПК, 70-АПК, 75-АПК. Указанные специализированные формы используются министерством для принятия управленческих решений. Несмотря на то, что законодательно, информация, содержащаяся в бухгалтерской отчетности, не является коммерческой тайной, у внешних потребителей доступа к ней нет, за исключением доступа к бухгалтерскому балансу отдельных организаций, размещенному на их сайте.

Порядок представления налоговой отчетности регулируется Министерством по налогам и сборам. Министерству по налогам и сборам плательщики обязаны представлять годовую индивидуальную бухгалтерскую отчетность, положение об учетной политике, а также пакет налоговых деклараций с документами, подтверждающими расчеты в них: книги покупок, различные информационные сообщения, уведомления, справки, подтверждения, заявления, сведения [5]. Всего свыше 60 форм различных документов. Кроме этого, дублируются и представляются формы бухгалтерской отчетности, увеличивая нагрузку на респондентов.

Порядок составления и представления статистической отчетности устанавливается Национальным статистическим комитетом и регулируется законом «О государственной статистике» и итогами пересмотра форм государственных статистических наблюдений [6]. Государственные статистические наблюдения проводятся по формам централизованных и нецентрализованных государственных статистических наблюдений. Централизованная отчетность сразу поступает в Национальный статистический комитет. Бывает разной по срокам представления и в 2021 году насчитывалось 114 форм. Нецентрализованную отчетность собирают государственные организации, уполномоченные на ведение государственной статистики. После ее сбора, отчетность обрабатывается, и сводные статистические данные поступают в Белстат. Всего в 2021 году составлялось 48 форм нецентрализованной отчетности. К примеру, по статистике сельского хозяйства в 2021 году организации заполняли 18 централизованных форм, все формы нецентрализованной отчетности, которые были ранее, переведены в ведомственную отчетность. При этом в отличие от бухгалтерской отчетности, органы государственной статистики обязаны обеспечивать конфиденциальность первичных статистических данных, представляемых в формах отдельными респондентами. В то же время обобщенная в различных разрезах официальная статистическая информация, наоборот, должна быть доступна для широкого круга пользователей, прежде всего органов государственного управления. Это достигается путем размещения на интернет-сайте Национального статистического комитета баз данных, годовых и месячных данных в форме сборников, справочников, бюллетеней, оперативной информации в форме обзоров. Несмотря на доступность, информация носит макроэкономический сводный характер и не позволяет исследователям получить информацию по отдельным субъектам хозяйствования.

Ведомственная отчетность собирается соответствующими министерствами, и ее данные используются для управления отраслью и в Национальный статистический комитет не передаются. В 2021 году только Министерством сельского хозяйства и продовольствия собиралось с организаций 39 форм различной периодичности [7]. В целом по всем министерствам и ведомствам собирается в течение года свыше 220 форм различной периодичности. Информация, представляемая в формах ведомственной отчетности, используется для анализа производственно-хозяйственной деятельности отдельных организаций и отрасли в целом, а также для контроля и дальнейшего планирования. Показатели ведомственной отчетности также остаются на уровне отдельных министерств и отдельным исследователям не доступны.

В табл. 1 приведено количество форм описанной выше отчетности по видам, периодичности и в разрезе организаций, которым она представляется или организаций, ее утвердивших.

Из данных табл. 1 видно, что отчетность собирают практически все министерства Республики Беларусь, и количество ее форм достаточно велико. Кроме того, индивидуальную бухгалтерскую отчетность, утверждаемую Министерством финансов, собирают все министерства по своим соответствующим видам экономической деятельности. Все виды отчетности имеют различную периодичность, что также увеличивает количество форм, представляемых в течение года. Наибольшее количество различных форм отчетности собирается по линии Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Так, в течение года только одна сельскохозяйственная организация сдает более 100 форм отчетности.

Таблица 1. **Количество форм бухгалтерской, налоговой, статистической и ведомственной отчетности, представляемых в 2021 году**

Государственные органы, утвердившие отчетность или органы, которым она представляется	Отчетность								
	бухгалтерская (промежуточная, годовая)	налоговая (годовая)	статистическая				ведомственная		
			централизованная (разной периодичности)	нецентрализованная					
				месячная	квартальная	полугодовая, годовая	месячная	квартальная	полугодовая, годовая
Белорусский государственный концерн пищевой промышленности							5	4	1
Белорусский государственный концерн по нефти и химии							2	3	
Белорусский государственный концерн по производству и реализации товаров легкой промышленности									2
Государственный комитет по стандартизации					1				2
Министерство антимонопольного регулирования и торговли								1	
Министерство архитектуры и строительства				2	1		1	2	2
Министерство жилищно-коммунального хозяйства							3	4	9
Министерство здравоохранения				1	1	16			
Министерство иностранных дел									1
Министерство информации								2	
Министерство культуры						5	1	1	7
Министерство лесного хозяйства						2	5	5	4
Министерство образования					1	3		3	18
Министерство по налогам и сборам		70						6	11
Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды						4		1	2
Министерство промышленности							6	8	1
Министерство связи и информатизации					1	2			1
Министерство сельского хозяйства и продовольствия	37						12	12	15
Министерство спорта и туризма								2	1
Министерство транспорта и коммуникаций				1	1	3	4	6	4
Министерство труда и социальной защиты						1		1	1
Министерство финансов	6					1	2	6	2
Министерство энергетики							6	7	4
Министерство юстиции								4	11
Национальный банк					1				
Национальный статистический комитет			114						

Примечание. Источник: собственная разработка на основании данных [2, 3, 4, 5, 6, 7].

В табл. 2 более подробно рассмотрена периодичность 114 форм централизованной статистической отчетности в разрезе разделов, представляющих собой отдельные стороны экономики страны.

Из данных табл. 2 видно, что количество форм велико, а учитывая месячную и квартальную периодичность, оно увеличивается в течение года в разы. Наибольшее количество форм составляется по статистике сельского хозяйства, кроме этого, сельскохозяйственные организации обязаны представлять показатели по труду, финансовым результатам, другие показатели, формы по которым также находятся и в других разделах.

Большое количество форм и показателей по сельскохозяйственным организациям и другим организациям агропромышленного комплекса объясняется специфическими особенностями и сложной технологией сельскохозяйственного производства. Однако, все же является неоправданным то, что одинаковые показатели собираются и повторяются в формах статистической, бухгалтерской и ведомственной отчетности.

Таблица 2. **Количество форм статистической централизованной отчетности в разрезе разделов, представляемых в 2021 году**

Раздел статистики	Статистическая централизованная отчетность		
	месячная	квартальная	годовая, иная
Статистика населения			1
Статистика труда	2	1	6
Статистика доходов и потребления домашних хозяйств	1	2	1
Статистика жилищного фонда			2
Структурная статистика		1	2
Статистика сельского хозяйства	4	11	3
Статистика лесного хозяйства			1
Статистика рыбного хозяйства		1	
Статистика промышленности	2		3
Энергетическая статистика	2	1	1
Статистика строительства и инвестиций в основной капитал	2	2	3
Статистика транспорта	4	1	3
Статистика финансов организаций	2	2	2
Статистика туризма			3
Статистика прочих услуг		1	
Статистика внешней торговли товарами и услугами	3		2
Статистика иностранных инвестиций		1	
Статистика цен	11		1
Статистика стоимости рабочей силы	1		4
Статистика науки и инноваций			2
Статистика внутренней торговли и общественного питания	2	2	4
Статистика телекоммуникационной деятельности, почтовой, курьерской деятельности		1	
Статистика окружающей среды			2
Статистика малых территорий		1	
Статистика уровня жизни населения			1
Статистика информационно-коммуникационных технологий			2
Итого	37	28	49

Примечание. Источник: собственная разработка на основании данных [6].

Из данных табл. 3 видно, что информация о посевных площадях и валовом сборе культур, о производстве и реализации овощей и другой сельскохозяйственной продукции, о наличии и движении скота и птицы, о наличии техники и основных средств, о численности и составе работников, отдельных финансовых результатах имеется в формах бухгалтерской и статистической отчетности, а отдельные из них и в формах ведомственной отчетности.

Таблица 3. **Формы отчетности организаций Министерства сельского хозяйства и продовольствия, имеющие одинаковые и подобные показатели**

Показатели, дублируемые в формах отчетности	Отчетность		
	статистическая централизованная	бухгалтерская	ведомственная
Показатели посевных площадей и валового сбора сельскохозяйственных культур	ф. 1-сх (растениеводство), ф. 1-сх (посевы)	ф. № 9-АПК	Отчет о посевах сельскохозяйственных растений по сортам и репродукциям
Показатели производства и реализации овощей	ф. 12-сх (защищенный грунт)	ф. № 18-АПК	
Показатели о наличии и движении скота и птицы	ф. 1-сх (животноводство), ф. 12-сх (животноводство)	ф. № 13-АПК	
Показатели о реализации сельскохозяйственной продукции	ф. 1-сх (реализация)	ф. № 7-АПК	
Показатели о наличии и движении сельскохозяйственной техники и машин	ф. 1-сх (техника)	ф. № 16-АПК	Сведения о готовности машинно-тракторного парка в сельскохозяйственных организациях
Показатели о численности и составе работников, фонде оплаты труда	ф. 1-т, ф. 12-т	ф. № 5-АПК	Сведения о количественном и качественном составе руководящих работников и специалистов сельскохозяйственных организаций
Показатели о наличии и движении основных средств	ф. 1-ф (ос)	Приложение к бухгалтерскому балансу	
Показатели об отдельных финансовых результатах	ф. 1-ф (опф), ф. 12-ф (прибыль)	ф. № 7-АПК	
Показатели дебиторской и кредиторской задолженности	ф. 4-ф (средства), ф. 12-ф (расчеты)	Приложение к бухгалтерскому балансу, ф. № 5	ф. 1-д, ф. 12-расчеты

Примечание. Источник: собственная разработка на основании данных [4, 6, 7].

Кроме дублирования показателей, имеются формы одного вида отчетности, которые полностью повторяют формы другого вида отчетности. Так, форма статистической отчетности 4-ф (средства) «Отчет о составе средств» по содержанию представляет собой бухгалтерский баланс со всеми его разделами и статьями. Форма статистической отчетности 1-ф (ос) «Отчет о наличии и движении основных средств и других долгосрочных активов» имеет то же содержание, что и приложение к бухгалтерскому балансу № 1 «Основные средства». И это не единичные примеры.

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить проблемы, касающихся сбора, обработки и хранения массивов различных видов отчетности.

Во-первых, в формах бухгалтерской, статистической и ведомственной отчетности показатели зачастую дублируют друг друга. Это увеличивает объем работы по заполнению форм и приводит к дополнительной нагрузке на респондентов.

Во-вторых, отдельные формы бухгалтерской, статистической, налоговой и ведомственной отчетности по своему содержанию дублируют друг друга, что также приводит к необоснованному увеличению объема работы.

В-третьих, существующая в настоящее время система бухгалтерского учета не отвечает необходимым требованиям для эффективной работы бухгалтера. Во многих организациях бухгалтерский учет не автоматизирован, в организациях с автоматизированной формой учета программы не настроены под автоматическую выгрузку информации в соответствующие формы отчетности.

В-четвертых, отчетность накапливается и хранится на различных платформах, серверах, принадлежащих министерствам ее собирающим. Это приводит к разрозненности информации, невозможности использования ее другими пользователями. Организациям-респондентам со своей стороны приходится заходить на множество веб-порталов для отправки отчетности.

В настоящее время в отдельных странах начинают создавать единую информационно-аналитическую систему, к которой подключены информационные системы всех государственных органов. Например, в России одной из наиболее крупных является СБИС [8] – экосистема для бизнеса, которая объединяет людей и компании, системы управления и учета, бизнес-процессы и документы в одной системе. Одной из многочисленных подсистем СБИС является подсистема подготовки, проверки и сдачи электронной отчетности через интернет во все государственные органы для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. В системе реализованы все возможные виды отчетности. СБИС заботится об их актуальности, обновляя формы электронных отчетов сразу после их утверждения. СБИС формирует персональный календарь бухгалтера для отчетности в электронном виде, напоминает по sms или e-mail о сроках сдачи. Автоматически заполняет те строки, которые переносятся или которые можно рассчитать из ранее созданных отчетов, регулярно проверяет актуальность электронных отчетов, загружаемых из сторонних программ, проводит сверку бухгалтерской отчетности для налоговой службы. Самое главное, отчетность из «1С Предприятие» выгружается в СБИС автоматически.

В-пятых, количество форм собираемой отчетности велико и можно утверждать об образовании в динамике массивов больших данных. Проблемы образования массивов больших данных и официальной отчетности уже несколько лет серьезно обсуждаются и рассматриваются в мире. Анализ больших данных невозможен без технологических инструментов, развития технологических платформ для работы с базами данных, внедрение которых требует немалых средств и ресурсов, времени.

В-шестых, показатели отчетности малодоступны широким слоям населения, исследователям. Так, имеется возможность официального обращения только в только Национальный статистический комитет для получения дополнительных показателей по отдельным респондентам. Необходимо обеспечение доступа к информации не только органов государственного управления, но и исследователей, широких слоев населения. Так, в России создан Портал открытых данных [9] как главный агрегатор структурированных государственных данных. Раскрытие общедоступной информации органами государственной власти и органами местного самоуправления в форме открытых данных является одним из направлений государственной политики в сфере совершенствования государственного управления. Открытые данные – это доступные в открытом доступе данные, которые можно многократно и бесплатно использовать (собирать, обрабатывать, анализировать, интегрировать в собственные информационные ресурсы и т.д.) с применением различных программных решений.

Заключение

В Республике Беларусь назрела необходимость в систематизации всех видов и форм отчетности, устранении дублирования показателей в различных видах отчетности и дублирования подобных

форм отчетности, унификации и сплошной автоматизации системы бухгалтерского учета, упрощении и облегчении порядка представления отчетности для работников экономических служб, формировании и реализации единой технологической политики в области работы с базами данных и их анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобан, И. И. Отчетность: проблемы сбора и обработки в контексте больших данных / И. И. Лобан // Учет, анализ и финансы в организациях АПК: состояние и пути совершенствования: сборник научных статей IX Международной науч.-практ. конф. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол. Н.В. Великоборец [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 166–170.

2. Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» [Электронный ресурс]: пост. Министерства финансов Республики Беларусь 22.12.2018 № 74. // Бизнес-инфо: аналит. правовая система. – Режим доступа: https://bii.by/tx./index.html. – Дата доступа: 20.12.2021.

3. О бухгалтерском учете и отчетности [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь, 17 июля 2017 г., № 52-З // Бизнес-инфо: аналит. правовая система. – Режим доступа: https://bii.by/tx./index.html. – Дата доступа: 20.12.2021.

4. Перечень специализированных форм годовой бухгалтерской отчетности, утв. приказом Минсельхозпрода 09.01.2014 г. № 6. [Электронный ресурс]. Бизнес-инфо: аналит. правовая система. – Режим доступа: http://www.business-info.by/n2430.htm. – Дата доступа: 20.12.2021.

5. О представлении в налоговые органы годовой отчетности и положения об учетной политике [Электронный ресурс]. // Бизнес-инфо: аналит. правовая система – Режим доступа: https://bii.by/tx.dll?d=450510&f=%EF%. – Дата доступа: 20.12.2021.

6. Итоги пересмотра форм государственных статистических наблюдений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/informatsiya-dlya-respondenta. – Дата доступа: 20.12.2021.

7. Формы ведомственной отчетности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mshp.gov.by/documents/formy-ved-otch/b9b5bacd50d12743.html. – Дата доступа: 20.12.2021.

8. Экосистема для бизнеса. – Режим доступа: https://sbis.ru/. – Дата доступа: 20.12.2021.

9. Портал открытых данных. – Режим доступа: https://www. data.gov.ru. – Дата доступа: 20.12.2021.

УДК 338.43

МЕХАНИЗМ ПОДДЕРЖКИ ОБНОВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ МЯСНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

А. А. БУРАЧЕВСКИЙ

ГНУ «НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220086, e-mail: burachevskiy.andrey@mail.ru

(Поступила в редакцию 1.03.2022)

В современной научной литературе достаточно широко представлены, изложены и обоснованы различные варианты повышения уровня эффективности производства в мясном животноводстве в период 2021–2025 гг. Все предлагаемые направления и меры при их обобщении можно условно объединить в три группы: 1) связанные с обеспечением роста качества и уровня кормления скота и птицы; 2) направленные на обновление основного и ремонтного стада путем интенсификации селекционно-племенной работы; 3) сориентированные на оптимизацию территориального размещения на основе факторов адаптивной специализации.

Выбор и наделение приоритетным статусом именно данных направлений обусловлены рядом причин: ограниченностью возможностей в рамках обозначенного временного интервала и необходимостью концентрации ресурсов; максимизацией получаемого эффекта в средне- и долгосрочной перспективе; устранением влияния факторов, обусловливающих, во многом, возникновение недостатков в функционировании «мясных» видов деятельности; способствованием повышению эффективности не только мясного животноводства, но и отдельных территорий и организаций.

Однако, как показывает анализ предлагаемых направлений развития, не все возможные варианты интенсификации производства и повышения его результативности учтены. В этой связи, полагаем необходимым обратить внимание на еще один важный фактор обеспечения роста уровня эффективности – обновления материально-технической базы видов деятельности мясного животноводства за счет не модернизации действующих, а строительства новых производственных мощностей.

***Ключевые слова**: мясное животноводство, производственные мощности, строительство, механизм поддержки.*

In modern scientific literature, various options for increasing the level of production efficiency in beef cattle breeding in the period 2021–2025 are quite widely presented, outlined and substantiated. All the proposed directions and measures, when generalized, can be conditionally combined into three groups: 1) related to ensuring the growth of the quality and level of feeding of livestock and poultry; 2) aimed at updating the main and replacement herd by intensifying selection and breeding work; 3) focused on the optimization of territorial distribution based on the factors of adaptive specialization.

The choice and giving priority status to these areas is due to a number of reasons: limited opportunities within the designated time interval and the need to concentrate resources; maximizing the effect obtained in the medium and long term; elimination of the influence of factors that largely determine the occurrence of shortcomings in the functioning of "meat" activities; promoting the efficiency of not only beef cattle breeding, but also of individual territories and organizations.

However, as the analysis of the proposed directions of development shows, not all possible options for intensifying production and increasing its effectiveness have been taken into account. In this regard, we believe it is necessary to pay attention to another important factor in ensuring the growth of the level of efficiency – updating the material and technical base of the types of activities of meat animal husbandry through the construction of new production facilities rather than the modernization of existing ones.

***Key words:** beef cattle breeding, production capacities, construction, support mechanism.*

Введение

В процессе работы свиноводческих комплексов выяснилось, что при их строительстве, осуществлявшемся преимущественно в 70–80-е гг. (введено в строй 76 свинокомплексов, или 64,4 % от общего их количества), был допущен ряд технологических ошибок, которые не устранены и теперь. Например, практически все промышленные комплексы строились без учета обеспечения племенным молодняком. Комплектование маточного стада производилось из селекционно-гибридных центров, племенных заводов и племенных репродукторов региона. Однако постоянный завоз поголовья из разных племенных хозяйств, негарантированная и неритмичная их поставка, а также ветеринарные проблемы привели к тому, что большинство комплексов отказались от внешнего завоза свинок, а племзаводы, в свою очередь, постепенно утрачивали свое значение, переориентировав производство на откорм. В результате сложилась крайне острая ситуация с комплектованием маточных стад промышленных свиноводческих комплексов. Продуктивные качества маточного поголовья начали существенно снижаться. Анализ работы ряда промышленных комплексов, проведенный специалистами НПЦ НАН Беларуси по животноводству, показал, что из-за отсутствия племенных ферм на промышленных комплексах мощностью 24 тыс. гол. продуктивность свиноматок при ротационном скрещивании постоянно снижается, следовательно, для поддержания технологического ритма комплекса приходится содержать до 30–40 % лишних маток [1, 2].

Кроме того, применение морально и, зачастую, полностью физически изношенных производственных помещений продуцирует появление и других, характерных всем видам деятельности мяс-

ного животноводства проблем, среди которых: высокий уровень трудо-, кормо- и, особенно, энергоемкости процесса производства и получаемой продукции [3]; неудобство труда, непривлекательность работы и, соответственно, потребность в работниках; невозможность обеспечения роста объемов производства, в т.ч. из-за конструкционных особенностей комплексов; высокий уровень негативного воздействия на окружающую среду, в т.ч. выбросов азот- и углеродсодержащих соединений в атмосферу; низкая степень автоматизации производственных процессов, большой удельный вес работ, выполняемых вручную; возникновение сложностей при проведении сертификации производства и выращиваемого мяса и аккредитации для поставок на рынки третьих стран; сложная эпизоотическая обстановка, что связано с наличием на старых откормочных комплексах инфекций. Это, в свою очередь, предопределяет большой падеж животных и низкую степень реализации потенциала их продуктивности. Так, по итогам 9 месяцев 2021 г. объем производства мяса свиней в целом по стране сократился на 2,4 %, падеж животных возрос на 5,8 % [4].

Устранить возбудителей болезней невозможно ни дезинфекцией помещений, ни коренной их перестройкой. Реконструкция производственных сооружений не позволит полностью решить все вышеизложенные проблемы. Следовательно, определенно можно утверждать, что проводимая ныне модернизация комплексов – это, по сути, консервирование сложившейся ситуации.

Выход из положения заключается в замене отработавших свой ресурс производственных объектов новыми, путем строительства. Прямым подтверждением состоятельности данного тезиса можно считать тот факт, что введенные в эксплуатацию в предыдущем пятилетии 23 новых комплекса производят по итогам 2020 г. почти четвертую часть отечественного мяса свиней [5].

Приоритетными при строительстве новых производственных помещений должны стать следующие направления обеспечения роста уровня эффективности выращивания мяса: минимизация потребности в трудовых ресурсах; автоматизация технологических процессов и повышение энергетической эффективности производства; снижения углеродного следа.

Разработанные и имеющиеся на рынке технологии в строительстве, энергообеспечении, автоматизации кормления и уборки навоза, вентиляции помещений позволяют существенно снижать и стоимость создания 1 скотоместа, и операционные затраты, в т.ч. удельные, а также обеспечивать надлежащие условия содержания животных и биологическую безопасность производственных объектов.

Основным инструментом достижения в полной мере выделенных приоритетов должен стать переход при осуществлении господдержки сельского хозяйства к оказанию содействия инвестированию в технологическое развитие производства, направленному на обеспечение стратегических процессных трансформаций отрасли для повышения степени его «экологичности», соответствия ESG-принципам и формирование на этой основе ценовых и качественных конкурентных преимуществ продукции.

Целями и, соответственно, направлениями вложения средств консолидированного бюджета в таком случае должны выступать: создание «этичных» условий содержания животных, повышение степени соответствия производства санитарным и гигиеническим требованиям; внедрение технологий повышения безопасности и эргономичности труда, а также обеспечивающих сокращение потребности в трудовых ресурсах; повышение пожарной безопасности и снижение энергоемкости; безопасная утилизация и переработка отходов, вовлечение их во вторичное использование, в т.ч. для экологически безопасного производства энергии; улучшение эпизоотического состояния видов деятельности мясного животноводства.

Реализация данного направления – процесс дорогостоящий, что, наряду с проявлением эффекта от него, в долгосрочной перспективе актуализирует значимость выработки механизма поддержания со стороны государства. Соответственно, предложение авторского варианта такого механизма и явилось целью выполнения данной работы.

Основная часть

Данное стратегическое направление имеет большое значение для развития всех «мясных» видов деятельности, особенно для свиноводства.

В этой связи, на основе вышеизложенных исходных положений и целевых установок была выработана альтернативная действующей [6] система распределения средств государственной поддержки сельхозтоваропроизводителям. При этом исполнение предлагаемой системы универсально вне зависимости от формы собственности субъектов аграрного производства, их организационно-правовой формы и специализации.

В нее предлагается включить два вида выплат, осуществляемых из республиканского бюджета: 1) оплата стоимости разработки проектно-сметной документации инвестиционного проекта; 2) целе-

вые бюджетные трансферты на возмещение части фактически понесенных затрат на реализацию инвестиционного проекта.

В рамках данных выплат следует консолидировать в полном размере средства, выплачиваемые на развитие сельского хозяйства и не соответствующие требованиям ВТО, для реализации выделенных приоритетных мероприятий.

Выполнение проектно-сметной документации по строительству производственных зданий – дорогостоящая процедура, оплата стоимости которой за счет собственных средств для низкоэффективных неплатежеспособных организаций может быть затруднительна. При этом успешная реализация инвестиционного проекта для такого типа субъектов сельхозпроизводства является, по сути, единственным вариантом обеспечения выхода на более высокий уровень развития. Именно поэтому целесообразно оплату стоимости выполнения проектно-сметной документации возложить на республиканский бюджет.

Райисполкомами могут формироваться перечни инициируемых сельхозорганизациями, КФХ проектов к реализации. Данные сведения консолидируются на областном уровне. Далее, посредством проведения анализа бизнес-планов специалистами облисполкомов, банков-кредиторов (например, Банка развития как субъекта осуществления государственной политики) определяется степень обоснованности и целесообразность реализации каждого конкретного замысла и выдается рекомендация на проведение оплаты выполнения проектно-сметной документации за счет средств республиканского бюджета.

Использование данного варианта обоснования выделения средств из республиканского бюджета поспособствует увеличению количества реализуемых инвестиционных проектов, в т.ч. в низкоэффективных неплатежеспособных субъектах сельхозпроизводства.

В то же время такой вид господдержки относится к мерам «желтой» корзины, т. к. направлен на обеспечение развития производства конкретного вида продукции. Однако, в соответствии с Договором о Евразийском экономическом союзе абсолютная значение мер «желтой» корзины может составлять 10 % от стоимости объема производства сельскохозяйственных товаров. Затраты на выполнение проектно-сметной документации инвестиционных проектов будут в сумме значительно ниже определенного Договором предела. Поэтому осуществление такого вида господдержки целесообразно и полностью соответствует взятыми нашей страной на себя обязательствами в рамках международных организаций.

Механизм получения финансирования юридическими лицами и КФХ в виде целевых бюджетных трансфертов предполагает принятие ими участия в конкурсах, проводимых Банком развития с целью выбора инвестиционных проектов, реализуемых в рамках государственных программ. Сельхозпроизводители, участвующие в конкурсах, должны предоставлять проектно-сметную документацию по строительству (реконструкции) производственных объектов с улучшенными характеристиками по приоритетным направлениям вложения средств с детальным обоснованием того, что произведенные капитальные затраты приведут к исправлению ситуации по целевым параметрам.

При получении одобрения на кредитование проекта от Банка развития и поэтапного осуществления процесса строительства, средства на осуществление мероприятий по реализации приоритетных направлений следует перечислять подрядчикам/производителям оборудования. 80 % от оставшейся суммы, как и в соответствии с действующим законодательством [7], финансирует Банк развития, остальную часть – сельхозпроизводитель.

Таким образом, размер средств господдержки осуществления проекта будет рассчитываться как сумма капитальных затрат по реализации приоритетных направлений инвестирования и средств, перечисляемых производителям по факту ввода объекта в эксплуатацию в полном объеме (15 % от стоимости капитальных затрат) и по факту ввода объекта на планируемую мощность (10 % от стоимости капитальных затрат).

Заключение

Использование предлагаемого варианта расходования средств республиканского бюджета имеет ряд преимуществ перед применяемым в настоящее время: способствует обеспечению прозрачности и обоснованности расходования ограниченных финансовых ресурсов; влечет получении мультипликативного эффекта, т. е. позволяет максимально «насытить» инвестиционными проектами регионы и сельхозпредприятия, а также задействовать местные трудовые ресурсы, производственные мощности в монтажных и строительных организациях, в проектных организациях, у производителей оборудования, строй- и пиломатериалов, перевозчиков и др.; концентрирует финансовые ресурсы на реализации проектов, способных обеспечить наибольшую экономическую отдачу для региона и страны; и

Банк-кредитор, и организации-производители будут ориентированы на то, чтобы каждый из проектов был максимально насыщен мероприятиями по приоритетным направлениям вложения средств; способствует ускорению запуска инвестиционного цикла в сельском хозяйстве, и проведению структурной и технологической трансформации в отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шейко, И. П. Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси / И. П. Шейко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56. – № 2. – С. 188–199.

2. Полоник, С. О проблеме снижения материало- и энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции / С. Полоник, Э. Хоробрых, А. Литвинчук // Аграрная экономика. – 2017. – № 4. – С. 30–38.

3. Шейко, И. П. Новые пути и методы развития свиноводства в Беларуси / И. П. Шейко // Весці Нацыянальная акадэміі навук Беларусі. Серыя аграных навук. – 2020. – Т. 58. – № 1. – С. 68–78.

4. Состояние животноводства в Республике Беларусь за январь-сентябрь 2021 г.: стат. сб. / Нац. стат. ком.Респ. Беларусь. – Минск: РУП «ИВЦ Нац. стат. ком. Респ. Беларусь», 2021. – 33 с.

5. Крапивина, Л. Реальность и прогнозы белорусского мясного экспорта / Л. Крапивина // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 24. – С. 32–36.

6. Лазаревич, И. Обоснование необходимости оказания мер государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей Беларуси / И. Лазаревич // Аграрная экономика. – № 3. – 2020. – С. 3–19.

7. Эффект от инвестиций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://brrb.by/upload/-documents/эффект_от_инвестиций_2020_.pdf – Дата доступа: 11.11.2021.

УДК: 338.482.224

АГРОЭКОТУРИЗМ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАНЯТОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С. В. БАЛЫКИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407 balykin@mail.ru

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

В статье рассматривается агроэкотуризм как средство развития сельских территорий, повышения экономической активности и занятости сельского населения. Дано определение агроэкотуризма, сделан анализ развития агроэкотуризма в Республике Беларусь, выявлены его потенциальные возможности, сильные и слабые стороны. Проанализированы факторы, способствующие развитию агроэкотуризма. Рассмотрены инструменты административного, налогового и финансового стимулирования, в том числе льготного кредитования. Проведен анализ взглядов различных авторов, изучающих данную тему. В статье автор акцентируют внимание на детальном рассмотрении основных факторов, способствующих развитию сферы агроэкотуризма в Республике Беларусь. Проанализированы существующие в настоящее время нерешенные вопросы, предпринята попытка раскрыть основные причины их возникновения, а также предложены пути их решения. Проанализировано значение агроэкотуризма для государства в целом, сельской местности и туристов. Проведен анализ нормативных правовых актов, регламентирующих агроэкотуризм в Республике Беларусь. Проанализированы численность агроусадеб и агротуристов в разрезе регионов и временных интервалов на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Рассмотрены вопросы налогообложения субъектов агроэкоусадеб в Республике Беларусь. Рассмотрены ставки налогов и их значение в структуре затрат субъектов агроэкотуризма. Даны рекомендации по изменению уровня налогообложения субъектов агроэкотуризма с целью дифференциации налоговой нагрузки в зависимости от размеров и экономической эффективности агроэкоусадеб. В заключительной части статьи раскрываются перспективные возможности, открывающиеся на рынке для субъектов, оказывающих услуги агроэкотуризма, т.к. для этого в Республике Беларусь существуют необходимые условия, которые предоставляют как государственные органы, так и коммерческие организации.

Ключевые слова: *агроэкотуризм, агроусадьба, туризм, Беларусь, занятость.*

The article considers agro-ecotourism as a means of developing rural areas and employment of the rural population. A definition of agro-ecotourism is given, an analysis of the development of agro-ecotourism in the Republic of Belarus is made, its potential opportunities, strengths and weaknesses are identified. The factors contributing to the development of agro-ecotourism are analyzed. The instruments of administrative, tax and financial incentives, including concessional lending, are considered. The analysis of the views of various authors studying this topic is carried out. In the article, the author focuses on a detailed consideration of the main factors contributing to the development of agro-ecotourism in the Republic of Belarus. The currently existing unresolved issues are analyzed, an attempt is made to reveal the main causes of their occurrence, and ways to solve them are proposed. We have analyzed the importance of agro-ecotourism for the state as a whole, for rural areas and tourists. The analysis of normative legal acts regulating agro-ecotourism in the Republic of Belarus has been carried out. The number of farmsteads and agritourists in the context of regions and time intervals was analyzed based on the data of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus.

The issues of taxation of subjects of agricultural estates in the Republic of Belarus are considered. The tax rates and their significance in the cost structure of agro-ecotourism subjects are considered. Recommendations are given on changing the level of taxation of subjects of agro-ecotourism in order to differentiate the tax burden depending on the size and economic efficiency of agro-ecotourism. In the final part of the article, promising opportunities are revealed that open up in the market for entities providing agro-ecotourism services, because for this in the Republic of Belarus there are necessary conditions that are provided by both state bodies and commercial organizations.

Key words: *agro-ecotourism, farmstead, tourism, Belarus, employment.*

Введение

Агротуризм в Беларуси отличается динамическим развитием и позволяет получить дополнительный доход жителям сельских территорий и малых городов.

В статье рассмотрены понятия агроэкотуризма и субъекты агроэкотуристической деятельности – физические лица, поскольку они составляют абсолютное большинство от числа субъектов, оказывающих эти услуги. Основными источниками информации являлись информационные материалы, статистические данные, нормативные правовые акты Республики Беларусь, отечественные и зарубежные литературные источники такие авторы, как профессор БГСХА М. Фрейдин, В. Клицунова и др.

Вопрос агроэкотуризма уже исследовался в Республике Беларусь (В. А. Клицунова, О. С. Мозговая, Д. Г. Решетников) [1]. Однако у исследователей не сложилось единого мнения относительно определения понятия «агроэкотуризм» и перспектив его развития. В процессе исследования применялись монографический и абстрактно-логический методы, а также методы сравнительного анализа.

Легальное определение агроэкотуризма – временное пребывание граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства (далее – агроэкотуристы) в сельской местности, малых городских поселениях в целях получения услуг, оказываемых субъектами агроэкотуризма для отды-

ха, оздоровления, ознакомления с природным потенциалом республики, национальными культурными традициями без занятия трудовой, предпринимательской, иной деятельностью, оплачиваемой и (или) приносящей прибыль (доход) из источника в месте пребывания.

Цель статьи – анализ успешной практики развития агроэкотуризма в Беларуси и выявление потенциала его развития, а также факторов, способствующих развитию.

Основная часть

Впервые в Беларуси понятие «агроэкотуризм» законодательно закрепил Указ Президента Республики Беларусь №372 от 02.06.2006 «О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь». [2] Дополнительные возможности субъектам агроэкотуризма предоставил Указ Президента Республики Беларусь № 365 от 09.10.2017 «О развитии агроэкотуризма» [2]. Указ закрепил право граждан, проживающих в сельской местности и имеющих земельные участки, предоставленные для строительства и обслуживания жилого дома, заниматься агроэкотуризмом без изменения целевого назначения этих земельных участков. Также расширены права субъектов агроэкотрурима оказывать дополнительные услуги, в том числе проводить презентации, юбилеи, банкеты, предоставлять на прокат инвентарь и транспортные услуги.

Субъектам агроэкотуризма предоставляется льготный кредит в размере не более 2000 базовых величин на срок до 5 лет с уплатой процентов в размере 5 % годовых исключительно на реализацию проектов в сфере агроэкотруризма [4]. Основанием для рассмотрения вопроса о возможности предоставления кредита является решение районного исполнительного комитета. За осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма субъекты должны уплатить сбор, который заменяет уплату следующих налогов: подоходного налога с физических лиц, а также единого налога с индивидуальных предпринимателей. Ставка сбора устанавливается в размере 31 белорусского рубля в календарный месяц за каждую агроэкоусадьбу, соответствующую установленным требованиям [5].

Простота налогового администрирования, несомненно, стимулирует владельцев агроусадеб к занятию бизнесом. При этом отметим, что до 1 января 2022 года ставка сбора составляла две базовые величины за календарный год. С учетом размера базовой величины в 29 рублей сумма сбора в прошлом году составляла 58 рублей. Сумма сбора за 12 месяцев 2022 года составит 372 рубля. Тем самым налоговая нагрузка для агроусадеб выросла более чем в шесть раз. По своей экономической природе сбор за осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма относится к постоянным издержкам, поскольку такие издержки приходится нести вне зависимости от объемов оказанных услуг. Выскажем предположение, что повышение ставки сбора за осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма не окажет существенного влияния на деятельность крупных и стабильно работающих агроусадеб, но может послужить сдерживающим фактором для развития и деятельности небольших агроусадеб, прежде всего начинающих свою деятельность и (или) не имеющих стабильного потока агроэкотуристов. Исходя из изложенного, полагаем целесообразным законодательно закрепить различный размер сбора для агроусадеб в зависимости от их размера и количества туристов.

Указ Президента Республики Беларусь от 4 февраля 2021 года № 40 продлил до 2025 года льготные условий ведения хозяйственной деятельности в сфере агроэкотуризма, включая льготное кредитование в ОАО «Белагропромбанк» в размере до 2 тыс. базовых величин под 5 % годовых на срок до 5 лет. Владельцы бизнеса также получили право оказывать услуги на территории двух агроэкоусадеб [6].

Отметим, что агроэкотуризм в Беларуси продолжает устойчиво развиваться несмотря на внешние условия. В 2006 г. в Беларуси было 34 агроусадьбы [7]. Если проанализировать данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, то мы видим устойчивый рост как числа агроусадеб, так и числа туристов в 2016–2019 годах [8]. Некоторое снижение числа туристов произошло в 2020 году, что, очевидно, обусловлено пандемией. При этом число агроусадеб продолжало расти.

Анализ итогов деятельности субъектов агроэкотуризма в 2016–2019 годах показывает ежегодное увеличение темпов роста численности как белорусских, так и иностранных туристов. Можно предположить, что это свидетельствует о повышении популярности белорусских агроусадеб. Сравнение показателей 2019 и 2020 годов показывает сокращение числа туристов, при этом число белорусских туристов уменьшилось на 8,9 %, а количество иностранных сократилось на 81,1 %, т. е. более, чем в пять раз. Это свидетельствует о большей устойчивости спроса на услуги белорусских агроусадеб именно на внутреннем рынке. Сведения о результатах деятельности субъектов агроэкотуризма приведены в таблице. При анализе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь выявлена неравномерность распределения как числа субъектов агроэкотуризма по областям, так и численности обслуженных агроэкотуристов по областям [8] Несомненным лидером как по числу агроусадеб, так и по количеству агроэкотуристов, а также по темпам роста является Минская область. Если в 2016 году в

Минской области было 639 агроусадеб, которые посетили 110,8 тыс. туристов, то в 2020 г. там насчитывалось 972 агроусадьбы, которые посетили 157,6 тысяч туристов. Наименьшее количество агроусадеб и туристов оказалось в Гомельской области. В 2016-м году 180 местных агроусадеб посетило 23,3 тыс. туристов, а в 2020 г. число агроусадеб составило 182, а количество туристов 39,8 тыс.

По состоянию на 1 января 2022 года количество агроусадеб составило 3150, из них 37 на базе сельхозорганизаций [9]. Тем самым мы видим, что за время пандемии агроэкотуризм не утратил и даже в некоторой степени укрепил свои позиции в Беларуси.

Основные показатели деятельности субъектов агроэкотуризма

Показатели	Годы					2020 в % к 2016
	2016	2017	2018	2019	2020	
Число субъектов агроэкотуризма, единиц	2279	2319	2473	2760	2936	128,8
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	101,8	106,6	111,6	106,4	
Численность туристов, обслуженных субъектами агроэкотуризма, тыс. человек	301,8	351,1	422,3	514,8	433,3	143,6
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	116,3	120,3	121,9	84,16	
граждан Республики Беларусь	271,4	317,5	379,2	465,7	424,2	156,3
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	117,0	119,4	122,8	91,1	
граждан других стран	30,4	33,6	43,1	49,0	9,1	29,3
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	110,5	128,3	113,7	18,9	
Средняя продолжительность пребывания, дней	4	4	5	2	3	75
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	100.0	125,0	40,0	150,0	
Сумма, полученная в оплату предоставленных услуг, млн. руб.	14,6	17,2	20,0	25,5	24,4	167,1
Темп роста к предыдущему году, %	100,0	117,8	116,3	127,5	95,7	

Источник: Собственная разработка на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Вместе с тем исследователи БГСХА М. Фрейдин и С. Саскевич отмечают отсутствие стратегии продвижения агроэкотуризма. По их мнению, современные и новые формы агроэкотуризма должны быть направлены на поддержание средств к существованию бизнеса посредством социально-экономических преобразований. Значительные социально-экономические преобразования в сельских районах посредством туризма остаются серьезной проблемой развития [10, с. 23].

Заключение

Республика Беларусь располагает необходимыми ресурсами (природными, трудовыми, финансовыми и пр.) для развития агроэкотуризма, а белорусский агротуризм востребован как отечественными, так и зарубежными гражданами. При этом основной спрос на услуги белорусских агроусадеб формируют отечественные туристы.

Основными субъектами оказания агроэкотуристических услуг являются физические лица, а именно жители сельской местности и малых городов. Институциональными факторами, способствующими развитию белорусского агротуризма, стали принятие нормативных правовых актов, регламентирующих эту сферу деятельности, принятие мер налогового и финансового стимулирования.

Развитию агроэкотуризма в Беларуси способствует простота административных процедур, связанных с началом и последующим осуществлением этого вида деятельности, простота налогового администрирования и низкий уровень налогообложения, доступность кредитов и льготная ставка кредитования субъектов агроэкотуризма.

Для стимулирования деятельности небольших агроэкоусадеб необходимо законодательно закрепить различный размер сбора для агроусадеб в зависимости от их размера и количества туристов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельский туризм Беларуси: современное состояние и перспективы развития: монография / Под общей ред. В. А. Клицуновой. – Минск: Четыре четверти, 2011. – 220 с.

2. Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь» №372 от 02.06.2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=p30600372 – Дата доступа: 27.03.2022.

3. Указ Президента Республики Беларусь «О развитии агроэкотуризма» №365 от 09.10.2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.by/document/index.php?guid=12 551&p0=P31700365&p1=&p5=0. – Дата доступа: 27.03.2022.

4. Кредиты субъектам агроэкотуризма [Электронный ресурс]. / ОАО «Белагропромбанк». – Режим доступа: https://www.belapb.by/rus/juridical/crediting/agroturism/. – Дата доступа: 27.03.2022.

5. Налоговый кодекс Республики Беларусь (особенная часть) от 29 декабря 2009 г. №71–з [Электронный ресурс] / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=-hk0900071. – Дата доступа: 27.03.2022.

6. Указ Президента Республики Беларусь «Об изменении указов Президента Республики Беларусь» №40 от 04.02.2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://president.gov.by/bucket/assets/uploads/documents/2021/40uk.pdf – Дата доступа: 27.03.2022.

7. Калиновская, Т. Количество агроусадеб переходит в качество [Электронный ресурс] / Т. Калиновская // Белорусы и рынок. – Режим доступа: http://www.belmarket.by/kolichestvo-agrousadeb-perehodit-v-kachestvo – Дата доступа: 27.03.2022.

8. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь. Статистический буклет. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 32 с.

9. За романтикой деревенской жизни. Как пандемия повлияла на отдых белорусов? [Электронный ресурс] // Информационное агентство БЕЛТА. – Режим доступа: https://www.belta.by/society/view/za-romantikoj-derevenskoj-zhizni-kak-pandemija-povlijala-na-otdyh-belorusov-483654-2022/ – Дата доступа: 27.03.2022.

10. Фрейдин, М. З. Исследование современных форм агроэкотуризма в Республике Беларусь / М. З. Фрейдин, С. П. Саскевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2.

УДК 658.152:631.11

СОБЛЮДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРИЗНАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ РЕЛЕВАНТНОСТИ ОТЧЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Т. А. КУРУЛЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: tatsyana_alex@mail.ru

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

Современные условия хозяйствования требуют эффективного ведения производства, активного и последовательного внедрения новых технологий, всего нового и прогрессивного. На предприятиях агропромышленного комплекса пристальное внимание уделяется внедрению и развитию передовых технологий и высокотехнологичных производств. Однако использование передовых технологий, переход к высокотехнологичным производствам не может осуществляться без обновления и совершенствования материально-технической базы, представленной в первую очередь основными средствами. Принятие эффективных решений по управлению этими активами базируется на данных бухгалтерского учета об их наличии, движении, оценке. В последние годы в Республике Беларусь проведена и проводится большая работа по сближению национальных стандартов бухгалтерского учета с международными стандартами финансовой отчетности.

Порядок учета основных средств значительно изменился в связи с вступлением в силу Инструкции по бухгалтерскому учету основных средств, утвержденной постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30.04.2012 № 26, которая максимально приблизила учет основных средств к нормам МСФО. В первую очередь в указанной инструкции определены критерии отнесения объектов к основным средствам. Но проведенные исследования показывают, что существует ряд проблем при определении и соблюдении этих критериев, как при первоначальном признании объектов основных средств, так и последующих этапах их жизненного цикла. Несоблюдение критериев признания объектов в качестве основных средств приводит к искажению учетных данных и влияет на релевантность отчетной информации. В статье рассмотрены актуальные вопросы первоначального признания основных средств, проблемы определения и соблюдения критериев отнесения активов к основным средствам в сельскохозяйственных организациях.

Ключевые слова: *основные средства, первоначальное признание, критерии признания, экономические выгоды.*

Modern economic conditions require efficient production, active and consistent introduction of new technologies, everything new and progressive. At the enterprises of agro-industrial complex, close attention is paid to the introduction and development of advanced technologies and high-tech industries. However, the use of advanced technologies, the transition to high-tech industries cannot be carried out without updating and improving the material and technical base, represented primarily by fixed assets. The adoption of effective decisions on the management of these assets is based on accounting data on their availability, movement, and assessment. In recent years, a lot of work has been and is being done in the Republic of Belarus to bring national accounting standards closer to international financial reporting standards.

The procedure for accounting for fixed assets has changed significantly due to the entry into force of the Instruction on Accounting for Fixed Assets, approved by the Decree of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus dated April 30, 2012 No. 26, which brought the accounting of fixed assets as close as possible to IFRS. First of all, this instruction defines the criteria for classifying objects as fixed assets. But studies show that there are a number of problems in defining and complying with these criteria, both at the initial recognition of fixed assets and at subsequent stages of their life cycle. Failure to comply with the criteria for recognizing objects as fixed assets leads to a distortion of accounting data and affects the relevance of reporting information. The article deals with topical issues of initial recognition of fixed assets, the problems of determining and observing the criteria for classifying assets as fixed assets in agricultural organizations.

Key words: *fixed assets, initial recognition, recognition criteria, economic benefits.*

Введение

Сельское хозяйство является одной из значимых отраслей национальной экономики Республики Беларусь. Его развитие способствует укреплению экономической и продовольственной безопасности государства, развитию его экспортного потенциала. На государственном уровне проводятся мероприятия, направленные на повышение эффективности сельскохозяйственного производства и сбыта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, а также повышение их конкурентоспособности, обеспечение внутреннего рынка страны отечественной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в необходимых объемах и надлежащего качества на основе формирования рыночных механизмов хозяйствования и развития аграрного бизнеса. Решение задачи стабилизации и дальнейшего наращивания производства в агропромышленном комплексе требует улучшения использования ресурсного потенциала сельскохозяйственных предприятий. Одной из главных составляющих производственного потенциала в сельском хозяйстве являются основные средства. Недостаток современных основных средств влияет на эффективность развития не только конкретного предприятия, но и отрасли в целом. Кроме того, современные условия хозяйствования предъявляют высокие требования к конкурентоспособности продукции, что предполагает техническое перевооружение организаций, обновление и реконструкцию основных средств, ускорение замены устаревшей техники, повышение

производительности машин и оборудования. В связи с этим возрастает роль бухгалтерского учета основных средств, так как требуется не только соизмерять произведенные затраты с полученными доходами, но и вести поиск эффективного использования вложенных денежных средств в приобретенные основные средства. И в этом случае для повышения эффективности выбора и осуществления управленческого решения необходима четкая организация бухгалтерского учета основных средств на предприятии. Гармонизация национальных и зарубежных учетных процедур обеспечивает взаимный доступ к информации заинтересованных пользователей, позволяет сделать информацию сопоставимой, унифицировать формы бухгалтерской отчетности. Но несмотря на то, что понятия, сближающие национальный учет с МСФО, уже стали привычными для бухгалтеров и понятными с теоретической точки зрения, их применение на практике вызывает немало вопросов. И в первую очередь это касается правильного понимания и соблюдения критериев отнесения активов к основным средствам.

Поэтому вопросы идентификации, первоначального признания объектов в качестве основных средств являются важными в бухгалтерском учете и при подготовке финансовой отчетности.

Основная часть

Все объекты основных средств, приобретенные сельскохозяйственной организацией, должны отразиться в бухгалтерском учете. Однако, в первую очередь, необходимо признать объект в качестве основного средства, классифицировать его (то есть отнести к конкретной группе и виду основных средств) и оценить. Изначально верное признание, классификация и оценка объектов основных средств – залог правильного и достоверного их учета.

Критерии отнесения активов к основным средствам даны в Инструкции по бухгалтерскому учету основных средств, утвержденной постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30 апреля 2012 г. №26. В соответствии с инструкцией №26 организацией в качестве основных средств принимаются активы, имеющие материально-вещественную форму, при одновременном выполнении следующих условий признания: а) активы предназначены для использования в деятельности организации, в том числе в производстве продукции, при выполнении работ, оказании услуг, для управленческих нужд организации, а также для предоставления во временное пользование (временное владение и пользование), за исключением случаев, установленных законодательством; б) организацией предполагается получение экономических выгод от использования активов; в) активы предназначены для использования в течение периода продолжительностью более 12 месяцев; г) организацией не предполагается отчуждение активов в течение 12 месяцев с даты приобретения; д) первоначальная стоимость активов может быть достоверно определена [1].

Критерии признания объектов в качестве основных средств в инструкции №26 максимально приближены к определению этого понятия в международных стандартах финансовой отчетности (МСФО (IAS) 16 «Основные средства») [2].

На этапе принятия на учет объекта в качестве основного средства бухгалтер в первую очередь обращает внимание на такие критерии, как предполагаемый срок службы (более 12 месяцев) и характер использования (в производстве, для управленческих нужд). Возможность получения экономических выгод считается очевидной и не анализируется. В то же время не менее важно определить и подтвердить способность генерировать экономические выгоды, то есть соблюсти важный критерий отнесения активов к основным средствам.

Более того необходимо вначале идентифицировать объект в качестве актива, так как, согласно перечисленным выше критериями, объект, принимаемый организацией в качестве основного средства, должен являться активом. В соответствии с Законом Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» активы – это имущество, возникшее в организации в результате совершенных хозяйственных операций, от которого организация предполагает получение экономических выгод [3]. Кроме того, возможность получения экономических выгод от использования актива является одним из критериев признания объекта основным средством.

Трактовка понятия «экономические выгоды» приведена в Инструкции по бухгалтерскому учету доходов и расходов, утвержденной постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30 сентября 2011 г. №102. В соответствии с указанной инструкцией экономические выгоды – это получение организацией доходов от реализации активов, снижение расходов и иные выгоды, возникающие от использования организацией активов [4].

Однако не все объекты, признаваемые сельскохозяйственными организациями в качестве основных средств, способны приносить экономические выгоды. Например, такими основными средствами, изначально не приносящими организации экономические выгоды и не имеющими полезного потенциала, являются объекты социально-бытового назначения. А это означает, что эти объекты не явля-

ются активами и не должны признаваться в качестве основных средств. На наш взгляд, при первоначальном признании объекта возможность получения экономической выгоды прослеживается в том случае, если объект будет использован в основной (текущей) деятельности, управлении или иной деятельности, приносящей доход.

Также объект основных средств может потерять способность приносить экономические выгоды. Тогда требуется провести тщательный анализ перспектив дальнейшего использования этого объекта. Если организация не видит возможностей получения экономических выгод от использования объекта, то к нему должна быть применена процедура списания. Несоблюдение этого положения приводит к искажению информации в части стоимости основных средств.

Еще одним критерием признания является длительный (более 12 месяцев) период эксплуатации. Однако некоторые активы могут использоваться более одного года, но к основным средствам не относится. Например, некоторые виды инвентаря, инструментов, хозяйственных принадлежностей, молодняк животных и животные на выращивании и откорме в сельскохозяйственных организациях. При поступлении в организацию указанных активов часто возникают трудности с их классификацией – отнести актив в состав запасов или учитывать как основное средство. Ранее в законодательстве был установлен стоимостной критерий отнесения объектов к основным средствам (30 и более базовых величин), то есть, если стоимость инструмента, инвентаря, хозяйственных принадлежностей составляла более 30 базовых величин, то они относились к основным средствам, менее этого лимита – учитывались в составе запасов. В настоящее время организация вправе установить любой лимит отнесения активов к основным средствам, отвечающий принципу существенности информации об активах. При определении существенности следует опираться на профессиональное суждение специалистов организации и принимать во внимание не только юридическое содержание хозяйственной операции, но и ее экономическую сущность. По нашему мнению, лимит отнесения актива к основным средствам (критерий существенности) целесообразно устанавливать по каждой группе (подгруппе, виду) основных средств в зависимости от характера и целей его использования. Что касается учета животных, то в системе международных стандартов финансовой отчетности учет животных (биологических активов) регламентируется отдельным стандартом (МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство»). Поэтому в перспективе для определения порядка учета этих активов считаем целесообразным разработать отдельный нормативный правовой акт.

В бухгалтерском учете все хозяйственные операции подтверждаются соответствующими первичными документами, которые используются для составления учетных регистров. Информация учетных регистров обобщается в дальнейшем в формах финансовой отчетности. Анализ первичных документов и учетных регистров по учету основных средств свидетельствует о том, что в них содержится ряд реквизитов, подтверждающих соответствие объекта критериям признания (таблица).

Критерии признания основных средств и их подтверждение в первичных документах и учетных регистрах

Критерий признания	Первичный документ по учету основных средств, учетный регистр
Активы предназначены для использования в деятельности организации, в том числе в производстве продукции, при выполнении работ, оказании услуг, для управленческих нужд организации, а также для предоставления во временное пользование (временное владение и пользование)	Место нахождения объекта отражено в Инвентарной карточке учета основных средств
Предназначены для использования в течение периода продолжительностью более 12 месяцев	Срок полезного использования указан в Акте о приеме-передаче основных средств, Инвентарной карточке учета основных средств
Организацией не предполагается отчуждение активов в течение 12 месяцев с даты приобретения	Место нахождения объекта, его внутреннее перемещение отражены в Инвентарной карточке учета основных средств
Первоначальная стоимость активов может быть достоверно определена	Первоначальная стоимость объекта основных средств отражена в Акте о приеме-передаче основных средств, Инвентарной карточке учета основных средств
Организацией предполагается получение экономических выгод от использования активов	Не отражается в первичной документации и учетных регистрах по учету основных средств

Составлено автором на основании материалов исследования [1, 6].

Из данных таблицы видно, что почти все критерии, подтверждающие отнесение актива к основным средствам, находят отражение в первичных документах, учетных регистрах (инвентарной карточке учета основных средств). Однако не получил подтверждения такой критерий признания, как способность объекта приносить организации в будущем экономические выгоды, то есть этот важный критерий не отражается в документах ни в момент признания объекта основного средства, ни в процессе его эксплуатации [6, с. 27]. По нашему мнению, в Акте о приеме-передаче основных средств

целесообразно указать в какой форме предполагается получение экономических выгод и планируемые экономические выгоды. В инвентарной карточке ежегодно следует отражать не прогнозируемые, а фактически полученные экономические выгоды. Экономические выгоды напрямую связаны с показателями интенсивности и эффективности использования основных средств. Результаты анализа эффективности использования основных средств могут служить основанием для оценки экономических выгод. Показателями, характеризующими получение экономических выгод, могут быть, например, количество произведенной продукции, отработанное время и простои. Такие показатели могут быть определены как по группам, так и по отдельным видам основных средств.

Заключение

Таким образом, признание объекта в качестве основного средства – начальный и довольно сложный этап учетного процесса этих активов. Точное и правильное признание основного средства с соблюдением всех установленных критериев – залог достоверного учета этих активов и правильного отражения их в финансовой отчетности. На этапе принятия на учет объекта в качестве основного средства специалисты в первую очередь обращают внимание на такие критерии, как предполагаемый срок службы (более 12 месяцев) и характер использования, а возможность получения экономических выгод считается очевидной и не анализируется. Однако не менее важно определить и подтвердить способность генерировать экономические выгоды, то есть соблюсти важный критерий отнесения активов к основным средствам. Не менее важным является и документальное подтверждение способности объекта приносить организации экономические выгоды. Объективный подход и оценка всех критериев признания основных средств с учетом особенностей их использования является основой для формирования релевантной информации в финансовой отчетности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении инструкции по бухгалтерскому учету основных средств [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь от 30 апреля 2012 г. №26. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W2122635.– Дата доступа:15.02.2022.

2. Международный стандарт финансовой отчетности 16 «Основные средства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://finotchet.ru/articles/158/.– Дата доступа:15.02.2022.

3. О бухгалтерском учете и отчетности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 12 июля 2013 г. №57-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2017 г. №52-З.– Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h11300057. – Дата доступа:16.02.2022.

4. Об утверждении Инструкции по бухгалтерскому учету доходов и расходов [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь от 30 сентября 2011 г. №102: в ред. постановления М-ва финансов Респ. Беларусь от 22.12.2018 г №74 – Режим доступа: https:// https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21224697. – Дата доступа:15.02.2022

5. Об установлении форм акта о приеме-передаче основных средств, акта о приеме-передаче нематериальных активов и утверждении Инструкции о порядке заполнения акта о приеме-передаче основных средств и акта о приеме-передаче нематериальных активов [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь от 22 апреля 2011 г. №23: в ред. постановления М-ва финансов Респ. Беларусь от 28.04.2018 г №26. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21123625. – Дата доступа:16.02.2022.

6. Демина, И. Д. Использование основных средств: экономические выгоды, влияние на релевантность отчетной информации / И. Д. Демина, Е. И. Домбровская / Международный бухгалтерский учет. – №33. – 2014. – С. 24–33.

УДК 339.56:631.53:631.1/7

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ МИРОВОЙ ТОРГОВЛИ СЕМЕНАМИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Н. В. КАРПОВИЧ, Е. П. МАКУЦЕНЯ

РНУП «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, 220108, e-mail: ved-apk@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.04.2022)

В настоящее время семеноводство является мировой отраслью, которая характеризуется высокой технологичностью и быстрыми темпами развития. Доказательством этому служит наращивание объемов мировой торговли семенами для посевов за последние пять лет более, чем в 1,2 раза. В любой стране приоритетным направлением государственной политики является обеспечение продовольственной безопасности, в первую очередь, за счет устойчивого производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В свою очередь, для производства растениеводческой продукции необходимо использование качественного посадочного материала. Высокий биологический потенциал сорта является ключевым фактором, способствующим увеличению объёмов производства и улучшению качества производимой продукции. Поэтому семеноводству во всем мире уделяется особое внимание.

Мировой рынок семян овощных культур характеризуется высокой интенсивностью внешнеторговых потоков. Авторами проведен детальный анализ мировой торговли семенами овощных культур. Представлены ключевые международные организации и ассоциации в области семеноводства. Дана характеристика организаций, обеспечивающих международную деятельность в семеноводческой и овощеводческой отраслях. Выделены стратегические цели Международной федерации по семеноводству на ближайшую перспективу. Проведен комплексный анализ внешнеторговых потоков семенами овощных культур в контексте географической направленности. Дана оценка таможенно-тарифного регулирования импорта семян овощных культур.

Ключевые слова: *мировая торговля, экспортные поставки, импортные закупки, семена овощных культур, таможенный тариф.*

Currently, seed production is a global industry, which is characterized by high manufacturability and rapid development. Proof of this is the increase in the volume of world trade in seeds for crops over the past five years by more than 1.2 times. In any country, the priority direction of state policy is to ensure food security, primarily through the sustainable production of agricultural products and food. In turn, for the production of crop products, it is necessary to use high-quality planting material. The high biological potential of the variety is a key factor in increasing production volumes and improving the quality of products. Therefore, special attention is paid to seed production all over the world.

The world market of vegetable seeds is characterized by high intensity of foreign trade flows. The authors carried out a detailed analysis of the world trade in vegetable seeds. Key international organizations and associations in the field of seed production are presented. The characteristics of organizations providing international activities in the seed and vegetable industries are given. The strategic goals of the International Seed Federation for the near future are highlighted. A comprehensive analysis of foreign trade flows in vegetable seeds was carried out in the context of geographical orientation. An assessment of the customs-tariff regulation of the import of vegetable seeds is given.

Key words*: world trade, export deliveries, import purchases, vegetable seeds, customs tariff.*

Введение

За прошедшее десятилетие значительно расширилась география производства семян овощных культур. Такие страны, как Китай, Вьетнам и Индия в последние годы значительно расширили производство овощных семян. Для мировой индустрии семеноводства характерно разделение труда, которое позволяет производить широкий ассортимент высококачественного семенного материала. Для каждой конкретной культуры подбираются наилучшие природно-климатические условия, что в свою очередь, обеспечивает производство высококачественных семян на основе современных технологий. Структура семеноводческой отрасли схожая во всех странах и включает в себя следующие структурные элементы: селекционно-семеноводческие компании, производителей семян, семеноводческие кооперативы, семеноводческие ассоциации и союзы. Все эти перечисленные элементы производственной цепочки семян овощных культур работают как единый механизм. Сегодня семеноводческая отрасль полностью удовлетворяет потребности организаций, занимающихся выращиванием овощной продукции [1].

Цель настоящей публикации – проанализировать особенности и тенденции развития мировой торговли семенами овощных культур, определить ключевых игроков мирового рынка овощных семян, а также дать оценку таможенно-тарифным условиям доступа на рынки потенциальных импортеров.

Основная часть

Международную деятельность в семеноводческой и овощеводческой отраслях представляет Международная федерация по семеноводству (ISF, англ. International Seed Federation). В дополнение, принимают активное участие в работе рынка семян ассоциации регионального уровня, среди них: Европейская ассоциация семян, Американская ассоциация торговли семенами, а также национальные ассоциации.

Международная федерация по семеноводству – это неправительственная некоммерческая организация, представляющая интересы семеноводческой отрасли на глобальном уровне. Ее деятельность направлена на обеспечение свободного перемещения семян в рамках справедливых и научно обоснованных правил, а также защиту интересов фермеров, производителей и потребителей. Данная федерация представляет интересы производителей семян в международных и межправительственных организациях, среди них: Организация экономического сотрудничества и развития, Международный союз по охране новых сортов растений, Международная конвенция по карантину и защите растений, Продовольственная и сельскохозяйственная организация, Конвенция о биологическом разнообразии, Всемирная организация интеллектуальной собственности [2].

Ведущие семеноводческие организации мира подписали Декларацию семеноводческого сектора, которая направлена на достижение Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ООН). В Декларации подчеркивается фундаментальный вклад семеноводства в производство продовольствия и признается важная задача, стоящая перед сельским хозяйством по производству достаточного количества безопасных и питательных продуктов питания для населения мира. Поэтому работа сектора семеноводства направлена на достижение следующих Целей устойчивого развития ООН: ЦУР 1 – Ликвидация бедности, ЦУР 2 – Ликвидация голода, ЦУР 8 – Достойный труд и экономический рост, ЦУР 12 – Ответственное потребление и производство, ЦУР 13 – Действия в защиту климата, ЦУР 15 – Жизнь на земле, ЦУР 17 – Партнерство для достижения целей. По данным Международной федерации по семеноводству по состоянию на 9 марта 2021 г. Декларацию подписали более 200 семеноводческих компаний и ассоциаций (рис. 1).

Р и с. 1. Семеноводческие компании и ассоциации, подписавшие Декларацию семеноводческого сектора. Источник: выполнен на основании источника [2]

Проведенные исследования свидетельствуют, что Международной федерацией по семеноводству разработаны правила торговли семенами и лицензирования технологий для стандартизации договорных отношений между покупателями и продавцами на мировом уровне. На 2021–2025 годы данной организацией определены следующие стратегические цели: продвигать качественные семена как основу устойчивых цепочек создания стоимости в сельском хозяйстве; ускорить внедрение инноваций в сфере семеноводства; содействовать более эффективному перемещению качественных семян от продавцов к покупателям; развивать справедливые и устойчивые бизнес-модели семеноводства; оказывать поддержку своим участникам на основе глобальной платформы для обмена и сотрудничества в семенном секторе экономики [2].

Американская ассоциация торговли семенами – это одна из ключевых торговых организаций в Соединенных Штатах Америки. Семенная промышленность США является одной из самых динамично развивающихся семенных отраслей в мире. Она оказывает влияние на мировой рынок, поскольку ряд иностранных семеноводческих предприятий устанавливают свое присутствие в США, а американские семенные компании инвестируют и создают предприятия на зарубежных рынках. В ассоциации участвует более 700 компаний, занимающихся производством и распространением семян, селекцией растений и сопутствующими отраслями в Северной Америке.

По оценкам, на долю США приходится около 30 % мирового рынка семян, что составляет почти 20 % от совокупного объема их производства в стране. Ключевыми рыночными регионами в качестве приоритетных для бизнеса и торговых возможностей являются: Африка, Аргентина, Азиатско-Тихоокеанский регион, Америка (Север и Центральный Юг), Бразилия, Китай, ЕС, Индия, Мексика и Восточная Европа [3].

Европейская ассоциация семян представляет интересы европейских компаний, занимающихся исследованием, селекцией, производством и маркетингом семян сельскохозяйственных, садовых и декоративных растений. В настоящее время Европейская ассоциация семян насчитывает более 36 национальных ассоциаций-членов из Европейского союза и других стран. Деятельность ассоциации охватывает следующие культуры: зерновые и бобовые культуры, семена овощных культур, семена сахарной свеклы, семенной картофель, семена масличных культур, семена кукурузы и сорго, семена кормовых растений и декоративных трав [4]. Европейский семенной сектор является крупнейшим экспортером на мировом рынке семян, так как семена активно задействованы в рамках взаимной торговли стран Европейского союза, а также на международном уровне в коммерческих и исследовательских целях.

В последние десятилетия отмечается четкая тенденция к повышению степени концентрации мирового производства семян. Агрохимические семенные фирмы «Большой шестерки» объединились в «Большую четверку»: «Dow» и «DuPont» объединились в сделке, оцениваемой в 130 млрд долл. США (2015 г.), а затем разделились на три компании, в том числе ориентированную на сельское хозяйство фирму под названием «Corteva»; «Chemchina» приобрела Syngenta за 43 млрд долл. США (2016 г.); «Bayer» приобрела «Monsanto» за 63 млрд долл. США (2016 г.); семенные подразделения «Bayer» были проданы BASF за 7 млрд долл. США (2018 г.). По оценкам, эти четыре фирмы контролируют более 60 % мировых продаж семян. Такая тенденция объясняется следующими факторами: повышение сложности селекционных технологий, требующее больших инвестиций в науку и производство; необходимость более интенсивного оборота ресурсов во всех секторах вертикально интегрированного бизнеса; стремление к повышению сбора селекционного вознаграждения за использование сорта; увеличивающаяся конкуренция. Однако именно концентрация способствует повышению инвестиционных возможностей селекционно-семеноводческих компаний [5].

Исследования свидетельствуют, что в селекции и семеноводстве на мировом уровне в настоящее время присутствует углубленная специализация. Селекционные фирмы занимаются выведением сортов и производством оригинальных семян для последующего размножения. Семеноводческие компании получают оригинальные семена от селекционных фирм и размещают производство семян у фермеров. Фермеры выращивают семена под контролем специалистов и техников семеноводческих компаний, которые регулярно контролируют соблюдение технологий и при необходимости вносят коррективы. После обмолота семеноводческие компании забирают ворох и доводят семена до необходимых кондиций на собственном семенном заводе, включая очистку, калибровку, инкрустацию или дражирование и упаковку. После доработки семена отправляются заказчикам – селекционным фирмам в разные страны мира.

Установлено, что в мире сложились центры семеноводства, которые ведут работу в определенном направлении и для конкретных овощных культур. Семеноводство гибридных семян с использованием ручного опыления развито в Китае, Тайване, Индии, Мексике, Чили, Северном Таиланде, Северных Филиппинах. Производство гибридных семян овощных культур с генетическим контролем опыления сосредоточено в основном в США – в штатах Калифорния, Орегон, Айдахо – капустных, лука, редиса; этих же культур и моркови – в штате Вашингтон; в Канаде (Британская Колумбия) – капустных; в Европе (Италия, Франция, Дания) – капустных, моркови, лука, редиса; в Китае, Японии, Корее, Тайване – капустных. Семеноводство капусты сконцентрировано главным образом в субтропических зонах Италии и Франции, в Азии – в северных районах Индии, в США – на Тихоокеанском побережье (в основном на северо-западе штата Вашингтон), в Австралии – в провинции Тасмания. В Болгарии впервые было организовано производство гибридных семян томата. Там же давно ведется научно-исследовательская работа по разработке методов производства гибридных семян бахчевых культур, основанных на использовании мужской стерильности, сортов женского типа, гаметоцидов избирательного действия, регуляторов роста для изменения пола растений и др. [6].

Мировая торговля семенами имеет свою специфику, так как семена часто экспортируются и реэкспортируются несколько раз, прежде чем они будут окончательно проданы, в отличие от других товаров, которые, как правило, экспортируются в один пункт назначения, а затем перерабатываются или потребляются. Поэтому установление четких и действенных правил и условий доступа на рынок в соответствии с соответствующими международными стандартами и протоколами имеет важное значение для экспорта семян.

В экономически развитых странах селекция и семеноводство – рентабельный бизнес и важный элемент повышения эффективности сельского хозяйства. Сорт выступает в качестве рентообразую-

щего фактора, но его создание требует существенных затрат времени, а также интеллектуальных и финансовых вложений. Соблюдение прав патентообладателя на сорт и их рациональное использование дает возможность получения устойчивой прибыли. В мировой селекционной практике уже давно выработан эффективный способ самофинансирования путем предоставления прав на использование новых сортов за денежное вознаграждение через заключение лицензионного соглашения [7].

Несколько международных организаций, конвенций и договоров занимаются регулированием торговли семенами, включая доступ, производство и поставку качественных семян фермерам, среди них: Организация экономического сотрудничества и развития (ее семенные схемы признаны во всем мире, когда речь идет о международной торговле); Международная ассоциация по тестированию семян (разработала всемирно признанные стандартные процедуры отбора проб и тестирования семян); Международный союз по охране новых сортов растений (позволяет селекционерам, производящим новые сорта растений, пользоваться защитой интеллектуальной собственности); а также международные конвенции и договоры, принятые Продовольственной и сельскохозяйственной Организацией Объединенных Наций (обеспечивают международную нормативно-правовую базу для соответствующих аспектов торговли семенами, здоровья растений и фитосанитарных мер).

На мировом продовольственном рынке наблюдается растущий спрос на продукты питания, который, в первую очередь, вызван увеличением населения, а также изменяющимися предпочтениями потребителей. Эти факторы являются движущей силок к повышению эффективности сельского производства за счет использования высокоурожайного семенного материала. Овощеводство является одной из важных отраслей сельского хозяйства, которое призвано удовлетворять потребности населения в свежей диетической продукции, а также в консервированных овощах. По данным ФАО, в мире производится более 1 млрд т овощей, площадь возделывания которых превышает 58 млн га. Основная часть мирового производства сосредоточена в открытом грунте. Рынок овощной продукции неразрывно связан с развитием рынка семян овощных культур.

Исследования показывают, что мировая торговля овощными семенами динамично развивается, что объясняется несколькими основными факторами: рост доли более дорогих семян гибридов F1; повышение стоимости семян за счет расширения их технологической доработки (протравливание, инкрустирование, дражирование и др.); увеличение количества сортов, полученных с использованием достижений молекулярной генетики и биотехнологии; развитие системы прав интеллектуальной собственности на сорта растений; географическая специализация мировых зон производства семян с учетом наличия контрсезона, климатических условий и квалифицированной рабочей силы; совершенствование способов транспортировки и хранения семян, унификация правил международной торговли [7]. В табл. 1 представлена динамика мировой торговли семенами овощных культур, которая за период с 2000 г. по 2020 г. возросла в 1,8 раза в натуральном выражении и в 4,1 раза по стоимости.

Таблица 1. **Динамика мировой торговли семенами овощных культур**

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Стоимость, млн долл. США	1176,3	1724,7	2913,2	3679,2	4769,9
Объем, тыс. т	85,1	102,3	128,7	123,6	149,5
Цена, долл. США/т	13822,6	16859,2	22635,6	29767,0	31905,7

Примечание: составлена на основании источника [8].

Ключевыми поставщиками семян овощных культур на мировой рынок являются Нидерланды, которые обеспечивают почти 42 % мировой торговли, а также Франция, США, Чили, Израиль, Италия, Китай (табл. 2).

Таблица 2. **Топ-10 мировых экспортеров семян овощных культур в 2020 г.**

Страны	Стоимость экспорта, млн долл. США	Объем экспорта, тыс. т	Цена экспорта, долл. США/т	Торговый баланс, млн долл. США	Среднегодовой темп роста стоимости экспорта за 2016–2020 гг., %	Доля в мировом экспорте, %	Среднее расстояние до страны-импортера, км
Нидерланды	2000,5	14,0	142891	1464,7	7	41,9	4026
Франция	524,8	8,1	64797	274,1	3	11,0	2741
США	517,4	12,9	40191	210,6	-6	10,8	5144
Чили	149,7	1,4	105516	115,5	4	3,1	12117
Израиль	147,6	1,6	91345	97,6	1	3,1	5915
Италия	146,8	13,8	10706	-85,6	6	3,1	3799
Китай	118,6	4,2	28079	-119,5	1	2,5	6033
Таиланд	108,3	3,2	33480	87,9	9	2,3	5090
Индия	97,5	20,4	4776	2,4	19	2,0	5195
Дания	83,6	13,3	6267	57,8	13	1,8	3290

Примечание: составлена на основании источника [8].

Что же касается импортных закупок семян овощных культур, то в 2020 г. основными импортерами являлись Нидерланды, Мексика, Испания, США, Франция, Китай и др. Анализ свидетельствует, что основные экспортеры зачастую выступают и как импортеры семян овощных культур. Во многом это

объясняется тем, что семена часто реэкспортируются несколько раз, прежде чем будут доставлены в страну конечного использования, исходя из специфики их выращивания (табл. 3).

Таблица 3. **Топ-10 мировых импортеров семян овощных культур в 2020 г.**

Страны	Стоимость импорта, млн долл. США	Объем импорта, тыс. т	Цена импорта, долл. США/т	Среднегодовой темп роста стоимости импорта за 2016–2020 гг., %	Доля в мировом импорте, %	Среднее расстояние до страны-экспортера, км	Средний импортный тариф, %
Нидерланды	535,8	16,4	32642	5	11,0	5987	1,4
Испания	311,6	5,1	60759	2	6,4	2484	1,4
США	306,8	8,3	37086	-4	6,3	9037	0
Франция	250,7	6,8	36930	10	5,1	5000	1,4
Китай	238,2	10,6	22461	7	4,9	7391	0
Италия	232,5	12,1	19161	4	4,8	1611	1,4
Япония	153,1	5,1	30291	4	3,1	11099	0
Канада	143,2	6,7	21467	6	2,9	6969	0,9
Германия	118,9	2,6	45609	-2	2,4	934	1,4
Великобритания	115,2	9,2	12534	10	2,4	1046	1,4

Примечание: составлена на основании источника [8].

В процессе анализа установлено, что уровень таможенных пошлин в торговле семенами овощных культур относительно низкий. Соотношение стран мира в зависимости от уровня используемой ввозной таможенной пошлины на семена овощных культур выглядит следующим образом: беспошлинно – более 90 стран; от 1 % до 5 % – около 10 стран; от 5 % до 10 % – более 70 стран; более 10 % – 5 стран. То есть только пять стран мира применяют в торговле овощеводческими семенами импортные пошлины выше 10 % [9, 10]. Поэтому в торговых операциях с семенами более важное значение приобретает нетарифное регулирование, так как семена сельскохозяйственных растений относятся к подкарантинной продукции высокого фитосанитарного риска. Каждая страна-импортер устанавливает строгий порядок ввоза семян на своею территорию, получения соответствующих сертификатов, внесения сведений в реестры.

Например, импорт семян в Судан разрешен только организациям, зарегистрированным в Администрации по вопросам семян. Для получения предварительного разрешения на импорт семян зарегистрированная организация должна подать письменное заявление на бланке организации с подписью и печатью, содержащее следующую информацию: ассортимент импортируемых семян, класс семян, количество, цель импорта и пункт ввоза. Кроме того, импортер должен представить счет-проформу от экспортирующей организации. Заявление на импорт семян полевых культур разрешается только в соответствии со списком, утвержденным Комиссией по ассортименту. Также следует оплатить установленную пошлину. После импортеру выдается фитосанитарное разрешение на импорт сроком действия 45 дней. Вся импортируемая в Саудовскую Аравию растениеводческая продукция (в том числе семена) должна сопровождаться фитосанитарными сертификатами, выданными компетентными органами страны экспортера. Кроме того, дополнительно требуется получение лицензии от Департамента сельскохозяйственных исследований Министерства сельского хозяйства Саудовской Аравии. В рамках Евразийского экономического союза каждая партия подкарантинной продукции высокого фитосанитарного риска, перемещаемая с территории одного государства-члена на территорию другого государства-члена, должна сопровождаться фитосанитарным сертификатом, который выдается уполномоченным органом государства места отправления [11].

Заключение

Рост доли более дорогих семян, расширение их технологической доработки, развитие системы интеллектуальной собственности на сорта растений, географическая специализация селекции и семеноводства, совершенствование способов транспортировки и хранения семян, унификация правил международной торговли способствуют быстрому развитию мировой торговли семенами овощных культур. В последние десятилетия прослеживается тенденция к повышению степени концентрации мирового рынка семян и торговых операций с ними. Основу организационной структуры товарного производства и сбыта семян овощных растений составляют крупные семеноводческие компании, а также международные организации и ассоциации в области семеноводства. Особенностью мировой торговли семенами является их активный реэкспорт, когда продукция несколько раз экспортируется, прежде чем реализуется в страну конечного использования. Установлено, что несмотря на достаточно либеральную торговую политику, в большинстве стран мира первостепенное значение приобретают меры нетарифного регулирования.

Благодарность. Исследование выполнено по результатам отдельного проекта научных исследований Национальной академии наук Беларуси по теме «Разработка системы мер по развитию рынка семян овощных культур Республики Беларусь с учетом самообеспечения и экспортного потенциала».

ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко, Н. Н. Семеноводство овощных культур: дальнейший регресс или развитие? / Н. Н. Клименко // Картофель и овощи. – 2022. – № 1. – С. 4–9.

2. International Seed Federation [Electronic resource] // International Seed Federation. – 2022. – Mode of access: https://worldseed.org. – Date of access: 16.03.2022.

3. American Seed Trade Association [Electronic resource] // American Seed Trade Association. – 2022. – Mode of access: https://www.betterseed.org. – Date of access: 04.03.2022.

4. Euroseeds [Electronic resource] // Euroseeds. – 2022. – Mode of access: https://euroseeds.eu. – Date of access: 18.03.2022.

5. Global Seed Industry Changes Since 2013 [Electronic resource] // Philip H. Howard. – 2022. – Mode of access: https:// philhoward.net. – Date of access: 01.04.2022

6. Развитие семеноводства овощных культур в Беларуси / А. Чайковский [и др.] // Наука и инновации. – 2020. – № 7(209). – С. 79–83.

7. Малько, А. М. Мировой рынок семян и место России в нем / А. М. Малько // Картофель и овощи. – 2013. – № 4. – С. 2–4.

8. Trade statistics for international business development (Trade Map) [Electronic resource] / United Nations Statistics Division. – 2022. – Mode of access: https://www.trademap.org. – Date of access: 01.04.2022.

9. World Trade Organization [Electronic resource] // World Trade Organization. 2021. – Mode of access: http://wto.org. – Date of access: 23.03.2022.

10. Макуценя, Е. П. Оценка внешнеторговых потоков семян овощных культур Республики Беларусь на мировом рынке / Е. П. Макуценя // Межведомственный тематический сборник «Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси» (выпуск 49). – 2021. – С. 257–272.

11. Особенности регулирования импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия в странах-импортерах, определенных в результате анализа конъюнктуры мировых рынков сельскохозяйственной продукции и продовольствия [Электронный ресурс] // ЕЭК. – 2022. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org. – Дата доступа: 15.03.2022.

УДК 339.137:636(476)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ В ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. В. КИРЕЕНКО

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: natallia_kireenko@mail.ru

О. Н. ГОРБАТОВСКАЯ, А. В. ГОРБАТОВСКИЙ, Л. И. ДОВНАР

РНУП «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, 220108, e-mail: hahomova@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.04.2022)

В статье приведены результаты комплексного исследования конкурентной среды в животноводстве Республики Беларусь. На основе детального изучения трудов отечественных и зарубежных ученых сформулировано понятие конкурентной среды в агропромышленном комплексе в контексте особенностей отрасли, обуславливающих, в том числе низкую эластичность спроса и предложения, зависимость от агроклиматических условий, ограниченный срок хранения продукции, высокий уровень государственного регулирования и поддержки. По результатам проведенных исследований представлены внешние детерминанты конкурентной среды животноводства с выделением основных внутриотраслевых, межотраслевых, региональных, макроэкономических и других факторов ее формирующих. Определены основные элементы конкурентной среды, образующие систему сложных связей и взаимодействий, оказывающих влияние на внутренние производственно-экономические и организационные процессы в рамках конкретного сельскохозяйственного товаропроизводителя. Раскрыты важнейшие характеристики по выделенным элементам. В рамках исследования проведена апробация оценки конкурентной среды унитарного предприятия «Дружбинец» Сеннинского района Витебской области. Рассмотрены особенности конкурентной среды предприятия на региональном уровне. В результате сделан вывод о необходимости разработки системы мер по адаптации к сложившейся и ожидаемой ситуации в отрасли с учетом рыночной конъюнктуры, организационной, инновационной и маркетинговой составляющих.

Ключевые слова: *конкурентная среда, животноводство, факторы, стратегия, адаптация, конкурентные преимущества.*

The article presents the results of a comprehensive study of the competitive environment in animal husbandry in the Republic of Belarus. On the basis of a detailed study of the works of domestic and foreign scientists, we have formulated the concept of competitive environment in agro-industrial complex in the context of the industry features, causing low elasticity of demand and supply, dependence on agro-climatic conditions, limited storage time of products, high level of state regulation and support. According to the results of the research, the external determinants of competitive environment in animal husbandry are presented, highlighting the main intra-industry, inter-branch, regional, macroeconomic and other factors that form it. We have determined the main elements of competitive environment, forming the system of complex links and interactions, influencing the internal production and economic and organizational processes within the frame of concrete agricultural commodity producer. The most important characteristics of the selected elements are revealed. The assessment of competitive environment of the unitary enterprise «Druzhbinets» of Senno district of Vitebsk region was approbated within the research. The features of competitive environment of the enterprise at the regional level were considered. As a result, we have made a conclusion about the necessity to develop a system of measures to adapt to the current and expected situation in the industry taking into account market conditions, organizational, innovative and marketing components.

Key words*: competitive environment, cattle breeding, factors, strategy, adaptation, competitive advantages.*

Введение

В настоящее время в мировом агропродовольственном секторе происходят значительные изменения. Растет роль глобальной конкуренции и расширяется потенциал аграрных товаропроизводителей на внутреннем и внешнем рынке в производственно-сбытовых цепочках различного уровня, продвижения индустриального сельского хозяйства и дифференцированной продукции, точного (информационно-интенсивного) производства и экологического сельского хозяйства [1, 2]. Экономика Беларуси развивается в направлении демонополизации и содействия формированию конкурентной среды, адекватной устойчивому функционированию агропромышленного комплекса (АПК) в рамках реализации стратегических целей государственной политики. Непрерывное участие страны в процессах региональной и торгово-промышленной интеграции предполагает дальнейшее наращивание конкурентных преимуществ рыночного предложения отечественных производителей продовольствия с учетом потребительских предпочтений и правильного позиционирования бренда, снижения затрат на производство и реализацию продукции, применения новых маркетинговых стратегий и формирования необходимых компетенций персонала [3–5].

Развитие конкурентной среды и активизация рыночного механизма являются приоритетными направлениями национальной экономики государств – членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В Республике Беларусь также ведется активная разработка мероприятий в данном направле-

нии, что предполагает обеспечение равных условий для субъектов хозяйствования различных форм собственности и подчиненности, снижение уровня монополизации и концентрации товарных рынков, сокращение масштабов вмешательства государства в экономическую деятельность, совершенствование механизмов антимонопольного регулирования в соответствии с международными стандартами и др.

Цель настоящей публикации – определение специфики и особенностей формирования конкурентной среды в животноводстве Беларуси на основе выявленных факторов, а также выделение ключевых составляющих механизма реализации конкурентных преимуществ, адаптированных к сельскохозяйственным производителям отрасли.

Теоретической и методологической базой исследований послужили научные труды отечественных и зарубежных авторов по вопросам развития конкурентной среды и повышения эффективности животноводства, программные документы, статистические данные. В процессе исследования использовались различные методы: монографический, системного и сравнительного анализ, абстрактно-логический, графический, метод факторного анализа, экспертных оценок, а также приемы систематизации, аналитический, формально-логический.

Основная часть

Несмотря на более чем трехсотлетнюю историю зарождения, формирования и развития многоуровневого понятия конкурентоспособности, данное явление остается одним из основных в различных направлениях экономических исследований, включая маркетинг, менеджмент, стратегическое управление, развитие агропродовольственных систем и т.п. [6–11]. Кроме того, характеристика экономических условий предопределяет свойства конкурентной среды, а существующие подходы к пониманию ее сущности позволяют определить ключевые факторы эффективных отношений [12–13].

В этой связи состояние, характер и условия развития конкурентных связей между субъектами рынка, обеспечивающих согласование интересов, формирование и реализацию конкурентных преимуществ определяют сущность конкурентной среды [14]. Для АПК ее качество обусловлено производственно-экономическим потенциалом регионов и их конкурентными преимуществами в осуществлении определенных видов экономической деятельности, а также особенностями аграрной отрасли, включая низкую эластичность спроса и предложения, зависимость от агроклиматических условий, ограниченный срок хранения продукции, высокий уровень государственного регулирования и поддержки и т. д.

Нами установлено, что в условиях динамичности рыночных процессов экономический механизм устойчивого развития аграрного сектора, в том числе отраслей животноводства, формируется под воздействием комплекса внутренних и внешних факторов [14, 15]. Как система внешних детерминант конкурентная среда включает факторы:

внутриотраслевые (уровень производства, специализация и концентрации в отрасли, финансовое состояние товаропроизводителей, уровень эффективности производства и реализации продукции животноводства);

межотраслевые (уровень производства кормов и эффективность их использования в животноводстве, индексы паритета цен на сельскохозяйственную продукцию и т.д.);

региональные (агроклиматические условия, специализация и обеспеченность регионов трудовыми ресурсами, уровень развития рыночной инфраструктуры, доступ производителей к рынкам сбыта и др.);

макроэкономические (государственное регулирование отраслей животноводства, государственная поддержка товаропроизводителей, уровень инфляции, динамика и курс национальной валюты, структура потребления продуктов питания, рыночная инфраструктура и др.);

факторы международных интеграционных формирований, поддерживающие экспортную ориентацию мясного и молочного подкомплексов страны (уровень самообеспеченности, цены производителей по видам продукции в государствах – членах ЕАЭС, направления согласованной (скоординированной) агропромышленной политики);

факторы мирового рынка (зависимость отрасли от импортных поставок ресурсов осуществляется в разрезе отдельных их видов: кормов, ветеринарных препаратов и племенного скота).

Установлено, что специфика формирования условий функционирования субъектов, осуществляющих производство продукции животноводства, определяется пятью основными элементами, которые представлены на рис. 1, образующих систему сложных связей и взаимодействий, оказывающих влияние на внутренние производственно-экономические и организационные процессы отдельного сельхозтоваропроизводителя.

Рис. Специфика конкурентной среды в отрасли животноводства в Республике Беларусь
Примечание: выполнен авторами по результатам собственных исследований

1. *Поставщики производственных ресурсов* играют ключевую роль в обеспечении организации необходимыми средствами производства. В отрасли животноводства к таким товарам относятся: ветеринарные препараты, кормовые добавки, корма, технические средства (например, доильные установки, роботы), племенной скот, биологический материал.

Закупки средств производства осуществляются в том числе через информационную систему «Тендеры», обеспечивающую проведение процедур закупок товаров (работ, услуг) на конкурентной основе; через электронную площадку Информационного республиканского унитарного предприятия «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен» с применением электронного аукциона и запроса ценовых предложений, а также электронного аукциона при осуществлении закупок за счет собственных средств. При этом важно обеспечить необходимый уровень доступности товаров для субъектов хозяйствования с позиции конкурентности рынка средств производства с целью недопущения со стороны отдельных поставщиков необоснованного завышения цен, ухудшения качества и иных условий поставок.

2. *Обрабатывающие предприятия* определяют условия поставок продукции животноводства сельскохозяйственными производителями, включая закупочные цены на продукцию в разрезе видов (скот и птица – по категориям за 1 кг убойного веса, молоко – по сортам за 1 кг базисной жирности), объем поставок, особенности доставки (наличие и удаленность перерабатывающих предприятий от сельскохозяйственных производителей).

3. *Межотраслевая конкуренция* оказывает влияние на среду функционирования субъекта хозяйствования с точки зрения эффективности осуществления различных видов деятельности. В рамках отдельного субъекта хозяйствования основными конкурирующими отраслями для животноводства являются товарные отрасли растениеводства (выращивание зерна, сахарной свеклы, рапса), главным образом в части пахотных земель (высеваются однолетние и многолетние травы на корм скоту), что может оказывать влияние на площадь других видов сельскохозяйственных угодий (пастбищ и луговых угодий). В отдельных случаях более прибыльное ведение отрасли животноводства (например, молочного скотоводства) негативно отражается на темпах развития и функционирование растениеводческих отраслей, что создает трудности в формировании эффективных сырьевых зон (например,

сахарной свеклы) в отдельных регионах.

4. *Государственное регулирование и меры государственной поддержки* формируют, с одной стороны, нормативную базу функционирования товаропроизводителей (действующие государственные стандарты и технические условия: СТБ 1598-2006 Молоко сырое коровье, ГОСТ 5110-55 Крупный рогатый скот для убоя), а с другой – сглаживают негативное влияние рыночной конъюнктуры на их эффективность и финансовую устойчивость. К данного рода мерам, способствующим повышению заинтересованности сельскохозяйственных организаций в производстве продукции животноводства, относятся:

– прямые выплаты в виде субсидий производителям животноводческой продукции, реализованной и (или) направленной на обработку (переработку);

– установление размера удешевления стоимости и объемов закупаемой племенной продукции (материала).

5. *Состояние животноводства в регионе* с позиции концентрации товаропроизводителей, сложившейся специализации, уровня и темпов их развития, имеющегося кадрового потенциала, а также других конкурентных преимуществ, включая доступ к рынкам сбыта и средств производства, уровню цен на реализуемую продукцию и т.д.

Апробация данного подхода на примере унитарного предприятия «Дружбинец» Сенненского района Витебской области, основным видом деятельности которого является разведение крупного рогатого скота молочного направления (учредитель – ОАО «Гомельтранснефть «Дружба») за 2017–2019 гг. позволила объективно оценить ситуацию с поставщиками сырья, среди которых организации по материально-техническому снабжению Витебской области и концерна «Белнефтехим. Предприятие участвует в закупках за счет собственных средств посредством информационной системы «Тендеры». Анализ израсходованных в УП «Дружбинец» кормов и ветеринарных препаратов показал, что удельный вес покупных кормов колеблется в пределах до 22 %, импортных ветеринарных препаратов – 45–55 %.

Рынками сбыта продукции животноводства исследуемого предприятия являются субъекты хозяйствования Витебской области: Оршанский, Витебский и Глубокский мясокомбинаты, ОАО «Молоко» г. Витебск. Проведенный анализ каналов реализации свидетельствует, что наивысший уровень цен сложился таким образом: мясокомбинаты (Орша, Витебск, Глубокое) – от 2063 до 2396 руб./т, ОАО «Витебскплемпредприятие» и Сенно РВС – в пределах 1750–1900 руб./т. По данным каналам по итогам 2017 г. продано 67,5 % всего реализованного на убой КРС в живом весе, 2018–2019 гг. – 47–57 %, что обеспечило порядка 75 % совокупной выручки. При этом в 2018 г. сформировано новое направление сбыта – ОАО «Экспортальфагрупп», куда было направлено около 22 % объемов продукции и получено около 30 % денежной выручки от реализации КРС. Данный факт обусловлен более высокими закупочными ценами по сравнению с другими направлениями, что привело к перераспределению объемов поставок.

Межотраслевая конкуренция в анализируемом предприятии слабо выражена. Конкурентные преимущества в региональном аспекте рассмотрены в таблице посредством анализа производственно-сбытовой деятельности УП «Дружбинец» относительно среднеобластных условий (уровня реализационных цен, себестоимости продукции и рентабельности). За рассматриваемый период у предприятия были незначительные преимущества в оценке по ценам реализации продукции животноводства (по молоку – на 1,4 %, КРС на мясо – 1,4 %, лошади (племпродажа) – 3,7 %). При этом реализация племенного КРС осуществлялась по ценам на 9,3 % ниже среднего значения по Витебской области.

Сравнительная оценка реализационных цен УП «Дружбинец» с областным уровнем (в среднем за 2017–2019 гг.)

Продукция	Уровень цен, руб./т		Отклонение от значений области, +/–	
	УП «Дружбинец»	Витебская область	руб./т	%
Зерновые культуры – всего	294,0	260,7	+33,3	+12,8
В том числе: пшеница	**265,6**	286,4	**–20,9**	**–7,3**
рожь	247,4	217,6	+29,8	+13,7
тритикале	265,8	237,3	+28,5	+12,0
кукуруза	333,3	317,5	+15,8	+5,0
ячмень (прод. и фураж.)	**274,6**	252,6	+22,0	+8,7
ячмень пивоваренный	**309,0**	306,1	+2,9	+1,0
зернобобовые	413,6	311,2	+102,4	+32,9
Рапс	708,4	614,8	+93,6	+15,2
КРС на мясо	1918,3	1891,5	+26,7	+1,4
КРС – племпродажа	2357,1	2597,7	**–240,6**	**–9,3**
Лошади – племпродажа	2375,0	2291,0	+84,0	+3,7
Молоко цельное	595,5	587,0	+8,5	+1,4

Себестоимость в разрезе видов реализуемой продукции животноводства по организации сложилась на уровне выше среднеобластного: по КРС (на мясо живым весом) – на 14,8 %, молоку – на 2,7 %; себестоимость реализованного племенного КРС была ниже областной на 19,0 %.

Вместе с тем дальнейшее развитие отраслей скотоводства без принятия кардинальных мер, касающихся совершенствования технологий, обеспечения эффективного использования ресурсного потенциала и т.д. для хозяйства создает больше проблем, т.к. товарные направления скотоводства (за исключением реализуемого молока – 17,9 %) были убыточны, как и в среднем по Витебской области.

Заключение

В сложившейся ситуации механизм формирования конкурентных преимуществ УП «Дружбинец» по сравнению с другими субъектами отрасли в молочном хозяйстве должен базироваться на повышении интенсивности развития скотоводства, росте продуктивности коров и скота на выращивании и откорме, что в итоге обеспечит предприятию рост окупаемости производства. Это предполагает разработку стратегии перспективного развития на трех основных уровнях: корпоративном (совершенствование специализации), бизнес-уровне (развитие производств высокотехнологичной продукции: племенного скота, семеноводства) и функциональном (совершенствование сбытовой деятельности), а также системы мер по адаптации к сложившейся и ожидаемой конкурентной среде в отрасли, включая адаптацию к рыночной конъюнктуре, организационную, инновационную и маркетинговую адаптацию.

В условиях необходимости адаптации УП «Дружбинец» к конкурентной среде в отрасли предлагается укрепление его преимуществ на основе углубления специализации и развития производства высокотехнологичной продукции (племенного скота) с одновременной оптимизацией основного стада за счет выбраковки, проведением необходимых ветеринарных и зоотехнических работ. Организационная адаптация предусматривает активную работу по развитию и закреплению кадрового потенциала ввиду наличия вакансий из числа специалистов и главных специалистов, а также частичного отсутствия высшего образования у персонала из числа «служащих». Инновационные меры направлены на оптимизацию производственных затрат в разрезе статей материальных затрат, экономии материально-технических ресурсов, установления рационального сочетания товарных отраслей и т.д. В рамках маркетинговой адаптации ожидается, что стратегия сбыта будет основана на закреплении отношений с субъектами хозяйствования и направлена на поиск стабильных и более выгодных каналов реализации в условиях увеличения объемов реализации молока и мяса КРС, племенного скота и повышения качества продукции на основе выработки и обоснования ценовой политики, возможных и допустимых уровней затратоемкости производства с учетом недостаточно высокого уровня платежеспособности потребителей. Кроме того, обеспечение высоких коммерческих результатов предприятия невозможно без осуществления коммуникационных мероприятий рекламного характера, а неопределенность внешней среды ориентирует на необходимость учета рисков и угроз (производственные, коммерческие и финансовые) при формировании и укреплении своих конкурентных преимуществ.

Благодарности. Статья подготовлена в рамках Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 гг. подпрограммы «Экономика АПК», задание 1.27 «Разработка научно-методических предложений по совершенствованию организационно-экономических отношений в агропродовольственной сфере Республики Беларусь» (№ ГР 20191363).

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатовская, О. Н. Особенности взаимоотношений сельскохозяйственных товаропроизводителей животноводческой продукции в зарубежной практике функционирования производственно-сбытовых цепочек / О. Н. Горбатовская // Аграрная экономика. – 2021. – № 11. – С. 78–91.

2. The Competitive Environment: New Realities [Electronic resource]. – Mode of access: https://ag.purdue.edu/commercialag/home/resource/2004/05/the-competitive-environment-new-realities. – Date of access: 30.03.2022.

3. О государственной аграрной политике [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 17 июль 2014 г., № 347. – Режим доступа: https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-347-ot-17-ijulja-2014-g-9288. – Дата доступа: 30.03.2022.

4. Что такое конкурентная среда, могут ли конкуренты помочь в развитии бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://exiterra.com/blog/dlya-biznesa/chto-takoe-konkurentnaya-sreda-mogut-li-konkurenty-pomoch-v-razvitii-biznesa. – Дата доступа: 30.03.2022.

5. Оценка состояния конкурентной среды в России: доклад, 2020 [Электронный ресурс] / Аналитический центр при Правительстве российской Федерации. – Режим доступа: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/Konkurenciya_doklad_2020.pdf. – Дата доступа: 30.03.2022.

6. Рязанов, А. А. Эволюция теории конкуренции [Электронный ресурс] / А. А. Рязанов // Вестн. Московского ун-та им. С. Ю. Витте. Сер. 1, Экономика и управление. – 2017. – № 2 (21). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-teorii-konkurentsii-1. – Дата доступа: 31.03.2022.

7. Конкурентоспособность региональных агропродовольственных систем: теоретический обзор [Электронный ресурс] / Неганова В. П. [и др.] // Экономика региона. – 2021. – Вып. 1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-regionalnyh-agroprodovolstvenyh-sistem-teoreticheskiy-obzor. – Дата доступа: 31.03.2022.

8. Киреенко, Н. В. Система сбыта продукции АПК на основе маркетингового подхода: теория, методология, практика. В 2 ч. Ч. 1 / Н. В. Киреенко; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2015. – 265 с.

9.Воробьев, В. А. Конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства в условиях глобализации продовольственной системы / В. А. Воробьев, Г. В. Сидунова, А. М. Филипцов // Научные труды Белорус. гос. экон. ун-та / Мин-во образования Респ. Беларусь. – 2014. – Вып. 7. Режим доступа: http://bseu.by:8080/bitstream/edoc/12713/2/Vorobev_V_A_Nauch_trudy_2014_Vyp_7_S_113-119__ocr.pdf. – Дата доступа: 30.03.2022.

10. Батова, Н. Н. Специфика формирования конкурентной среды агропродовольственного рынка / Н. Н. Батова // Аграрная политика современной России: научно-методические аспекты и стратегия реализации : материалы XX Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 5–6 окт. 2015 г. / Всерос. ин-т аграр. проблем и информатики им. А. А. Никонова ; редкол. С. О. Сиптиц [и др.]. – М.: Энциклопедия российских деревень, 2015. – С. 458–460.

11. Пилипук, А. Конкурентный потенциал перерабатывающих предприятий АПК / А. Пилипук [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 217 с.

12. Портер, М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов: пер. с англ. / М. Портер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 454 с.

13. Kirzner, I. M. The Primacy of Entrepreneurial Discovery / I. M. Kirzner // Discovery and the Capitalist Process / I. M. Kirzner (ed.). – Chicago: The University of Chicago Press. – 1980. – P. 15–39.

14. Горбатовский, А. В. Факторы формирования конкурентной среды в отраслях животноводства в Республике Беларусь / А. В. Горбатовский, О. Н. Горбатовская, Л. И. Довнар // Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны : сб. матер. междунар. науч.-практ. конф., 24–26 июня 2020 г. ; редкол.: Н. Л. Титов [и др.]. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2020. – Вып. 14. – С. 118–128.

15. Внешние условия и факторы функционирования отраслей животноводства Республики Беларусь / Н. В. Киреенко [и др.] // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 96–108.

УДК 338.12:631.11(476)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР КАК ОСНОВА ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ ЕГО УСТОЙЧИВОСТИ

Н. Н. МИНИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022).

Устойчивость отрасли растениеводства сельскохозяйственных предприятий предполагает наличие способности минимизировать влияние погодных и иных колебаний на снабжение продовольствием населения страны.

Устойчивость производства основных видов продукции в пределах определенного региона можно оценивать по результатам статистического анализа синхронности или асинхронности колебаний их производства в условиях различий климатических характеристик во времени и пространстве.

Автором статьи была изучена динамика урожайности основных сельскохозяйственных культур в аграрных организациях Могилевской области за 21 год. Изучена взаимосвязь изменений урожайности культур путем построения матрицы парных коэффициентов корреляции и матриц частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайностей. Путем последовательного исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур определены культуры, цепные индексы урожайности которых могут быть представлены в качестве набора независимых случайных величин и смоделированы отдельно друг от друга. Результаты выполненной проверки результатов расчетов с использованием F-критериев Фишера и статистики Фаррара-Глоубера свидетельствуют об отсутствии мультиколлинеарности.

На основе полученных закономерностей автором построены регрессионные модели, характеризующие синхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. Полученные значения коэффициента детерминации R^2, критерия Фишера F, t-критериев Стьюдента свидетельствует о высоком качестве полученных моделей.

Предложенный методический подход обеспечивает возможность моделирования значений цепных индексов урожайности сельскохозяйственных культур за продолжительный период. Результаты проведенных расчетов позволят более эффективно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечить выбор перспективных параметров аграрного производства Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

Ключевые слова: *устойчивость производства, урожайность сельскохозяйственных культур, динамика, регрессионная модель, эффективность.*

The sustainability of crop industry of agricultural enterprises implies the ability to minimize the impact of weather and other fluctuations on the food supply of the country's population.

The stability of production of the main types of products within a certain region can be assessed by the results of statistical analysis of the synchronicity or asynchrony of fluctuations in their production under conditions of differences in climatic characteristics in time and space.

The author of the article studied the dynamics of the yield of the main agricultural crops in agricultural organizations of Mogilev region for 21 years. The relationship of crop yield changes has been studied by constructing a matrix of paired correlation coefficients and matrices of partial correlation coefficients for chain yield indices. By sequentially excluding factors with the most significant impact on the yields of other crops, crops have been identified whose chain yield indices can be represented as a set of independent random variables and modeled separately from each other. The results of the performed verification of calculation results using Fisher's F-criteria and Farrar-Glober statistics indicate the absence of multicollinearity.

Based on the obtained regularities, the author constructed regression models characterizing the synchronicity of fluctuations in the yield of various agricultural crops in dynamics. The obtained values of the termination coefficient R^2, Fisher's criterion F, Student's t-criteria indicate the high quality of the obtained models.

The proposed methodological approach provides the possibility of modeling the values of chain indices of crop yields over a long period. The results of calculations will make it possible to more effectively predict the yield of agricultural crops and ensure the selection of promising parameters of agricultural production in Mogilev region, ensuring an increase in the degree of its stability.

Key words: *production stability, crop yield, dynamics, regression model, efficiency.*

Введение

Продукцию растениеводства получают от возделывания различных видов сельскохозяйственных культур, отличающихся требованиями к условиям выращивания. Для каждого региона можно подобрать наиболее эффективное их сочетание, обеспечить его специализацию на возделывании тех культур, которые наиболее эффективно используют природные и экономические условия. При выборе лучших вариантов сочетания посевных площадей сельскохозяйственных культур необходимо учитывать уровень устойчивости производства продукции, а также возможность повышения устойчивости за счет асинхронных отклонений урожайности.

Случайный характер колеблемости метеорологических условий определяет особую роль погодного фактора при анализе рисков сельскохозяйственного производства. Чем выше в динамике уровень

колеблемости погодных условий (среднемесячной температуры и месячной суммы осадков) в период вегетации культур, тем выше риск производства растениеводческой продукции. Случайный характер влияния метеорологических условий на условия и результаты аграрного производства в заданной климатической зоне или стране отличает данный фактор от климатического.

Метеорологические условия оказывают влияние на особенности технологических процессов конкретного года, конечные результаты производства, конъюнктуру цен, надежность работы технических средств. Применяемый производителями сельскохозяйственной продукции комплекс агротехнических мероприятий позволяет частично компенсировать неблагоприятные погодные условия, низкое качество почв, уменьшить риск снижения урожайности.

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом многие авторы акцентируют внимание на экономической составляющей устойчивости [1, 3, 4, 5, 6].

Цель исследования – охарактеризовать взаимосвязь изменений урожайности культур как основу выбора перспективных параметров аграрного производства сельскохозяйственных организаций Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

Основная часть

Применялись общенаучные и частные методы и приемы исследования, корреляционно-регрессионный анализ. Использовались информация из статистических сборников, данные ГИВЦ Национального статистического комитета Республики Беларусь, работы отечественных и зарубежных ученых [2, 7, 8].

В качестве исходных данных нами были использованы ряды динамики урожайности сельскохозяйственных культур по аграрным организациям Могилевской области за 21 год. Для того чтобы нивелировать влияние социально-экономических и технологических факторов, исходные данные для имитационного моделирования урожайностей сельскохозяйственных культур были представлены в виде цепных индексов урожаев. Кроме того, переход к цепным индексам обеспечивает возможность использования результатов моделирования на любой период длительности.

Складывающиеся в разные годы климатические и ценовые факторы, воздействующие на результаты деятельности сельскохозяйственного предприятия, можно рассматривать как совокупность связанных между собой случайных величин. Полученные цепные индексы свидетельствуют о том, что сила стохастической связи между разными факторами различна.

Связи между изменениями урожайности различных сельскохозяйственных культур можно выявить путем построения матрицы парных корреляций и матриц частных корреляций для цепных индексов урожайности культур.

Для оценки мультиколлинеарности факторов используют матрицу парных коэффициентов корреляции зависимого (результативного) признака с факторными признаками, которая позволяет оценить степень влияния каждого показателя-фактора на зависимую переменную, а также тесноту взаимосвязей факторов между собой. Если в матрице есть межфакторный коэффициент корреляции больше 0,7, то в данной модели множественной регрессии существует мультиколлинеарность.

Рассчитанная нами матрица парных корреляций для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур приведена в табл. 1.

Если переменные коррелируют друг с другом, то на значении коэффициента корреляции частично сказывается влияние других переменных.

В отличие от парного коэффициента корреляции, частный коэффициент корреляции характеризует тесноту линейной зависимости между результатом и соответствующим фактором при устранении влияния других факторов. Частный коэффициент корреляции оценивает тесноту связи между двумя переменными при фиксированном значении остальных факторов.

На основе матрицы парных корреляций нами были рассчитана матрица частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайностей. Путем последовательного исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур получим табл. 2.

Оставшиеся урожайности культур, очищенные от влияния урожайностей других культур, могут быть представлены в качестве набора независимых случайных величин и смоделированы отдельно друг от друга.

Таблица 1. **Матрица парных корреляций для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур аграрных организаций Могилевской области**

Культуры	Гречиха	Зернобобовые культуры	Картофель	Кормовые корнеплоды	Кукуруза на зеленую массу	Кукуруза на зерно	Льноволокно	Многолетние травы на зеленую массу	Овес	Овощи открытого грунта	Однолетние травы на зеленую массу	Пшеница	Рапс на семена	Рожь	Сахарная свекла	Тритикале	Ячмень
Гречиха	1,00	0,49	0,17	0,04	-0,10	0,15	0,27	0,34	0,46	-0,74	0,39	0,40	0,39	0,39	-0,14	0,10	0,50
Зернобобовые культуры	0,49	1,00	0,47	0,06	-0,07	0,11	0,64	0,23	0,89	-0,29	0,51	0,67	0,53	0,62	0,12	0,59	0,78
Картофель	0,17	0,47	1,00	0,34	0,50	0,52	0,39	0,26	0,36	0,03	0,49	0,24	0,26	0,13	0,66	0,24	0,29
Кормовые корнеплоды	0,04	0,06	0,34	1,00	0,33	0,45	0,16	0,44	-0,02	0,08	0,47	-0,20	0,28	-0,33	0,63	-0,23	-0,07
Кукуруза на зеленую массу	-0,10	-0,07	0,50	0,33	1,00	0,72	0,02	0,38	-0,19	0,39	0,38	-0,24	0,04	-0,22	0,63	-0,13	-0,34
Кукуруза на зерно	0,15	0,11	0,52	0,45	0,72	1,00	0,43	0,26	-0,04	0,13	0,46	-0,33	0,01	-0,30	0,49	-0,39	-0,23
Льноволокно	0,27	0,64	0,39	0,16	0,02	0,43	1,00	0,19	0,57	-0,14	0,53	0,14	0,36	0,12	0,11	0,06	0,38
Многолетние травы на зеленую массу	0,34	0,23	0,26	0,44	0,38	0,26	0,19	1,00	0,21	0,02	0,84	0,16	0,59	-0,12	0,52	0,15	0,28
Овес	0,46	0,89	0,36	-0,02	-0,19	-0,04	0,57	0,21	1,00	-0,30	0,34	0,81	0,55	0,71	0,09	0,73	0,89
Овощи открытого грунта	-0,74	-0,29	0,03	0,08	0,39	0,13	-0,14	0,02	-0,30	1,00	-0,05	-0,25	-0,09	-0,36	0,29	0,09	-0,32
Однолетние травы на зеленую массу	0,39	0,51	0,49	0,47	0,38	0,46	0,53	0,84	0,34	-0,05	1,00	0,08	0,48	-0,04	0,50	0,02	0,27
Пшеница	0,40	0,67	0,24	-0,20	-0,24	-0,33	0,14	0,16	0,81	-0,25	0,08	1,00	0,62	0,71	0,06	0,87	0,90
Рапс на семена	0,39	0,53	0,26	0,28	0,04	0,01	0,36	0,59	0,55	-0,09	0,48	0,62	1,00	0,14	0,32	0,47	0,69
Рожь	0,39	0,62	0,13	-0,33	-0,22	-0,30	0,12	-0,12	0,71	-0,36	-0,04	0,71	0,14	1,00	-0,10	0,76	0,64
Сахарная свекла	-0,14	0,12	0,66	0,63	0,63	0,49	0,11	0,52	0,09	0,29	0,50	0,06	0,32	-0,10	1,00	0,16	0,04
Тритикале	0,10	0,59	0,24	-0,23	-0,13	-0,39	0,06	0,15	0,73	0,09	0,02	0,87	0,47	0,76	0,16	1,00	0,76
Ячмень	0,50	0,78	0,29	-0,07	-0,34	-0,23	0,38	0,28	0,89	-0,32	0,27	0,90	0,69	0,64	0,04	0,76	1,00

Таблица 2. **Матрица частных коэффициентов корреляции для цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур аграрных организаций Могилевской области после исключения факторов с наиболее существенным влиянием на урожайности других культур**

Культуры	Кукуруза на зеленую массу	Льноволокно	Рожь
Кукуруза на зеленую массу	1	0,050	-0,220
Льноволокно	0,050	1	0,133
Рожь	-0,220	0,133	1

На основании частных коэффициентов можно, во-первых, сделать вывод об обоснованности включения переменных в регрессионную модель, а во-вторых, отобрать независимые друг от друга переменные. Если значение коэффициента мало или он незначим, то это означает, что связь между двумя данными факторами либо очень слабая, либо вовсе отсутствует.

F-критерии Фишера дают возможность охарактеризовать мультиколлинеарность каждого фактора с остальными и составляют соответственно 0,274, 0,098 и 0,359. Поскольку каждый из *F*-критериев Фишера меньше $F_{табл}$ = 19,437, соответствующие им переменные не мультиколлинеарны с другими.

Статистика Фаррара-Глоубера позволяет оценить мультиколлинеарность всех факторов. В нашем случае статистика Фаррара-Глоубера составляет X^2 = 1,13. Она меньше $X_{табл}^2$ = 7,82, следовательно, в векторе факторов отсутствует мультиколлинеарность.

На основе полученных закономерностей нами построены следующие регрессионные модели, характеризующие синхронность либо асинхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. В качестве исходных данных использована матрица цепных индексов урожайностей сельскохозяйственных культур Могилевской области. Использованы следующие обозначения переменных: *I*гр – цепной индекс урожайности гречихи; *I*кукзер – цепной индекс урожайности кукурузы на зерно; *I*кукзм – цепной индекс урожайности кукурузы на зеленую массу; *I*к – цепной индекс урожайности картофеля; *I*лв – цепной индекс выхода льноволокна с 1 га; *I*сс – цепной индекс урожайности сахарной свеклы; *I*ячм – цепной индекс урожайности ячменя; *I*пш – цепной индекс урожайности пшеницы; *I*мнтрзм – цепной индекс урожайности многолетних трав на зеленую массу; *I*о – цепной индекс урожайности овощей открытого грунта; *I*р – цепной индекс урожайности рапса на семена; *I*однтрзм – цепной индекс урожайности однолетних трав на зеленую массу; *I*зб – цепной индекс урожайности зернобобовых культур; *I*ов – цепной индекс урожайности овса; *I*тр – цепной индекс урожайности тритикале; *I*рж – цепной индекс урожайности ржи.

$$I\text{кукзм} = 0{,}741 + 0{,}728 \cdot I\text{зб} + 0{,}376 \cdot I\text{к} + 0{,}540 \cdot I\text{кукзер} + 1{,}609 \cdot I\text{мнтрзм} - 1{,}837 \cdot I\text{однтрзм} - 1{,}142 \cdot I\text{ячм},\ R^2 = 0{,}874,\ F = 15{,}0. \quad (1)$$

$$I\text{сс} = 7{,}479 - 6{,}773 \cdot I\text{гр} + 0{,}222 \cdot I\text{к} + 0{,}265 \cdot I\text{мнтрзм},\ R^2 = 0{,}713,\ F = 13{,}3. \quad (2)$$

$$I\text{ячм} = 0{,}323 - 0{,}256 \cdot I\text{кукзм} + 0{,}590 \cdot I\text{ов} + 0{,}342 \cdot I\text{р},\ R^2 = 0{,}908,\ F = 52{,}8. \quad (3)$$

$$I\text{пш} = 0{,}114 - 0{,}174 \cdot I\text{лв} + 0{,}584 \cdot I\text{ов} + 0{,}226 \cdot I\text{р} + 0{,}264 \cdot I\text{тр},\ R^2 = 0{,}908,\ F = 37{,}0. \quad (4)$$

$$I\text{мнтрзм} = -0{,}199 - 0{,}353 \cdot I\text{зб} + 1{,}268 \cdot I\text{однтрзм} + 0{,}284 \cdot I\text{тр},\ R^2 = 0{,}870,\ F = 35{,}6. \quad (5)$$

$$I\text{р} = -0{,}057 + 0{,}350 \cdot I\text{кукзм} - 0{,}393 \cdot I\text{рж} + 1{,}124 \cdot I\text{ячм},\ R^2 = 0{,}730,\ F = 14{,}4. \quad (6)$$

$$I\text{однтрзм} = 0{,}450 + 0{,}420 \cdot I\text{зб} + 0{,}164 \cdot I\text{к} - 0{,}262 \cdot I\text{кукзм} + 0{,}806 \cdot I\text{мнтрзм} - 0{,}565 \cdot I\text{ячм},$$
$$R^2 = 0{,}965,\ F = 76{,}3. \quad (7)$$

$$I\text{кукзер} = 0{,}427 + 0{,}458 \cdot I\text{кукзм} + 0{,}124 \cdot I\text{лв},\ R^2 = 0{,}689,\ F = 18{,}8. \quad (8)$$

$$I\text{гр} = 1{,}222 + 0{,}011 \cdot I\text{мнтрзм} - 0{,}204 \cdot I\text{о},\ R^2 = 0{,}683,\ F = 18{,}3. \quad (9)$$

$$I\text{зб} = -0{,}945 - 0{,}288 \cdot I\text{к} + 0{,}554 \cdot I\text{кукзм} - 1{,}611 \cdot I\text{мнтрзм} + 1{,}967 \cdot I\text{однтрзм} +$$
$$+ 1{,}299 \cdot I\text{ячм},\ R^2 = 0{,}944,\ F = 47{,}2. \quad (10)$$

$$I\text{ов} = -0{,}131 + 0{,}272 \cdot I\text{лв} + 0{,}845 \cdot I\text{пш},\ R^2 = 0{,}866,\ F = 55{,}0. \quad (11)$$

Построенные регрессионные модели характеризуют синхронность колебаний урожайности различных сельскохозяйственных культур в динамике. Полученные значения коэффициента детерминации R^2, критерия Фишера F, t-критериев Стьюдента свидетельствует о высоком качестве полученных моделей.

Заключение

Предложенный методический подход обеспечивает возможность моделирования значений цепных индексов урожайности сельскохозяйственных культур за продолжительный период. Результаты проведенных расчетов позволят более эффективно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечить выбор перспективных параметров аграрного производства Могилевской области, обеспечивающих повышение степени его устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, В. Н. Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства: автореф. дисс. … д. э. н. 08.00.11 – Статистика / В. Н. Афанасьев; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – СПб.: Типография С-ПГАУ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 1996. – 48 с.

2. Елисеева, И. И. Общая теория статистики: учебник / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев; под ред. чл.-корр. РАН И. И. Елисеевой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 480 с.

3. Ефименко, А. В. Формирование эффективного механизма устойчивого развития перерабатывающих организаций АПК: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Ефименко; УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Горки, 2017. – 29 с.

4. Кондратенко, С. А. Направления совершенствования механизма устойчивого развития региональных агропродовольственных комплексов Республики Беларусь / С. А. Кондратенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. – Т. 58. – № 2. – С. 143–163.

5. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.

6. Сидоренко, О. В. Экономическое обоснование зонального размещения производства зерновых культур в зависимости от природно-климатических условий региона / О. В. Сидоренко // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 1 (70). – С. 81–87.

7. Статистические методы обработки данных: практикум / И. А. Кацко [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 89 с.

8. Эконометрика и экономико-математические методы и модели: учеб.-метод. пособие для студентов экономических специальностей заочной формы обучения / И. М. Борковская [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 129 с.

УДК 631.151

ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СВЕКЛОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. В. КОКИЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: elena.kokits@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

Одним из основных факторов, от которого зависит производство и рентабельность предприятия, можно выделить повышение уровня конкурентоспособности продукции. Этот показатель также является основным условием успешной конкуренции предприятий на рынке. С одной стороны, конкуренция представляется эффективным механизмом естественного регулирования рыночной экономики и отбора наиболее финансово устойчивых предприятий, способных работать в условиях рынка. С другой стороны, это существующая форма экономической борьбы самостоятельно производящих одну и ту же продукцию хозяйствующих субъектов для своих рынков сбыта с целью получения более высоких доходов.

В статье проанализированы основные факторы развития свекловодства в Республике Беларусь. Определены основные направления развития свеклосахарного подкомплекса в контексте необходимости обеспечения продовольственной безопасности. Также предложены направления повышения устойчивости свеклосахарного производства, разработана концептуальная модель его развития. Сделан вывод, что устойчивое развитие производства сахарной свеклы может быть обеспечено за счет производства высококачественной выпускаемой продукции и внедрения новых прогрессивных ресурсосберегающих технологий на базе инноваций.

***Ключевые слова**: сахар, сахарная свекла, сахарная промышленность, эффективность, устойчивость.*

One of the significant factors on which the production and profitability of the enterprise depends is the increase in the level of competitiveness of products. This indicator is also the main condition for successful competition of enterprises in the market. On the one hand, competition seems to be an effective mechanism for the natural regulation of market economy and the selection of the most financially stable enterprises capable of operating in the market conditions. On the other hand, this is an existing form of economic struggle of economic entities independently producing the same products for their sales markets in order to obtain higher incomes.

The article analyzed the main factors in the development of beet production in the Republic of Belarus. The main directions for the development of beet sugar subcomplex in the context of the need to ensure food security were identified. We have also proposed directions for increasing the stability of beet sugar production, and developed a conceptual model of its development. It was concluded that the sustainable development of sugar beet production can be ensured through the production of high-quality products and the introduction of new progressive resource-saving technologies based on innovations.

***Key words**: sugar, sugar beet, sugar industry, efficiency, stability.*

Введение

Сахарная свекла – высокопродуктивное культурное растение, выращивание которого и для Республики Беларусь имеет первостепенное экономическое значение. Большое значение свеклосахарного подкомплекса для экономики страны определяется тем, что сахар является одним из основных продуктов питания. Кроме того, сахар характеризуется высокой транспортабельностью, пригодностью к длительному хранению, что дает возможность формировать как национальные, так и мировые продовольственные запасы.

Сахарная промышленность является одной из самых перспективных отраслей для нашей страны, которая входит в число 30 крупнейших стран – производителей сахара песка и в число 20 стран – производителей сахарной свеклы. С точки зрения продовольственной безопасности проблему сахара необходимо решать на базе собственного производства. В связи с этим свеклосахарное производство в настоящее время является одним из наиважнейших направлений развития экономики и социального сектора Республики Беларусь.

Переработку сахарной свеклы осуществляют в республике четыре предприятия: Скидельский и Городейский сахарные комбинаты, Жабинковский сахарный завод, Слуцкий сахарорафинадный комбинат. Все они являются акционерными обществами открытого типа.

По данным концерна «Белгоспищепром» к переработке сахарной свеклы урожая 2021 года первым приступил Скидельский сахарный комбинат – 11 сентября, Слуцкий сахарорафинадный комбинат – 14 сентября, а Городейский сахарный комбинат – 18 сентября. Жабинковский сахарный завод – 23 сентября [11].

В 2020 году в Беларуси было произведено 572736,0 тонн сахара, кроме мелассы, что на 10,4 % меньше объема производства предыдущего года.

Основным компонентом себестоимости при производстве сахара является сырье – сахарная свекла. В зависимости от продолжительности функционирования завода в течение года доля сырья в структуре себестоимости достигает 60–75 %. Средние закупочные цены на сахарную свеклу у нас и в

России сопоставимы. И в то же время именно из-за сырья себестоимость белорусского сахара такая высокая.

Основная часть

Основная масса производства сахарной свеклы в Республике Беларусь приходится на Минскую и Гродненскую область. Примечательно, что в Витебской и с 2012 года в Гомельской областях сахарную свеклу не выращивают совсем. Это является закономерным результатом углубления районирования (табл. 1) [8].

Таблица 1. **Валовой сбор и урожайность сахарной свеклы по областям за 2012–2020 гг., тыс. т**

Наименование показателей	Год								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валовой сбор сахарной свеклы									
Республика Беларусь	4771,7	4343,2	4803,2	3299,9	4278,7	4989,3	4809,4	4927,3	4010,9
Области:									
Брестская	732,2	732,2	732,2	732,2	732,2	732,2	732,2	732,2	732,2
Гродненская	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0	1331,0
Минская	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0	1555,0
Могилевская	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7
Урожайность сахарной свеклы, ц/га									
Республика Беларусь	485	437	463	330	446	500	477	519	481
Области:									
Брестская	390	435	389	454	280	404	445	410	436
Гродненская	547	498	536	392	507	531	516	547	514
Минская	476	418	412	316	423	522	486	476	495
Могилевская	352	341	315	184	378	369	431	352	423

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что урожайность сахарной свеклы в 2019 году имеет наивысший показатель за последние 9 лет, валовой сбор – в 2017 году и составил 4989,3 тыс. тонн сахарной свеклы с урожайностью 500 ц/га. Наибольшая урожайность данной культуры была в 2019 году и составила 519 ц/га. В последнем, 2020 году просматривается снижение как валового сбора, так и урожайности сахарной свеклы и составляет 4010,0 тыс. тонн и 481 ц/ га, соответственно. Среди регионов: по валовому сбору лидирует Минская область, а в Гродненская область имеет наибольшую урожайность за анализируемый период.

Погодно-климатические условия требуют, чтобы уборка была закончена до наступления устойчивой минимальной температуры воздуха ниже – 5 °С и промерзания почвы, т.е. до 30 октября. При современном уровне механизации работ, обеспеченности уборочной техникой, погрузочными и транспортными средствами продолжительность уборки обычно составляет 15–20 рабочих дней. Таким образом, исходя из биологических особенностей сахарной свеклы, погодных и организационно-хозяйственных условий, оптимальный срок массовой уборки приходится на период с 1 по 20 октября [7, 10].

В хозяйствах Гродненской области благоприятные почвенные и климатические условиям позволяют получать самые высокие урожаи сахарной свеклы и производить до одной трети всего объема сырья для сахарной промышленности. В хозяйствах Брестской области для возделывания сахарной свеклы благоприятны климатические условия, но несколько хуже почвенные. Свекловодческие хозяйства этой области обеспечивают сырьем Жабинковский завод. Данная зона растянута по территории, что затрудняет стабильное повышение эффективности свеклосахарного производства. Свеклосеющие хозяйства Минской области формируют сырьевые зоны Слуцкого сахарорафинадного и Городейского сахарного комбинатов и полностью не обеспечивают их сырьем по причине невысокой урожайности свеклы и несовершенства сырьевых зон. Поэтому сюда ежегодно перевозят до 200 тыс. т корней из сырьевых зон Скидельского комбината и Жабинковского завода.

С точки зрения продовольственной безопасности, проблему недостатка сахара необходимо решать на основе собственного производства. Увеличение производства свекловичного сахара связано, прежде всего, с формированием компактных сырьевых зон вокруг каждого свеклоперерабатывающего завода, исключающих дальние перевозки сырья (свыше 50 км) и позволяющих довести свеклоуплотнение в специализированных хозяйствах до 10–20 % [1, 3, 5].

Сахарная свекла является одной из наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур. Так, при урожайности 500 ц/га можно получить 75 ц сахара, а также хороший корм для скота в виде жома и патоки, что обеспечивает дополнительно 100 к.е./га. Использование ботвы в качестве удобрения при урожайности корнеплодов в 400–500 ц/га эквивалентно внесению 30 т навоза на 1 га. В качестве побочного продукта при производстве сахара получают дефекат – ценное известковое удобрение, которое по эффективности не уступает доломитовой муке. Следовательно, выращивание сахарной

свеклы приводит к повышению плодородия почвы и на фоне высокой культуры земледелия способствует росту урожайности других культур, особенно зерновых. Большое значение сахарного подкомплекса для экономики страны определяется тем, что сахар является одним из основных продуктов питания. Кроме того, сахар характеризуется высокой транспортабельностью и пригодностью к длительному хранению, что дает возможность формировать как национальные, так и мировые продовольственные запасы. В Республике Беларусь на душу населения потребляется где-то 40 кг сахара в год, что сравнимо с соответствующими показателями в странах Запада [2, 8, 9].

Рассмотрим производство сахарной свеклы на душу населения в Республике Беларусь на рис. 1 [4].

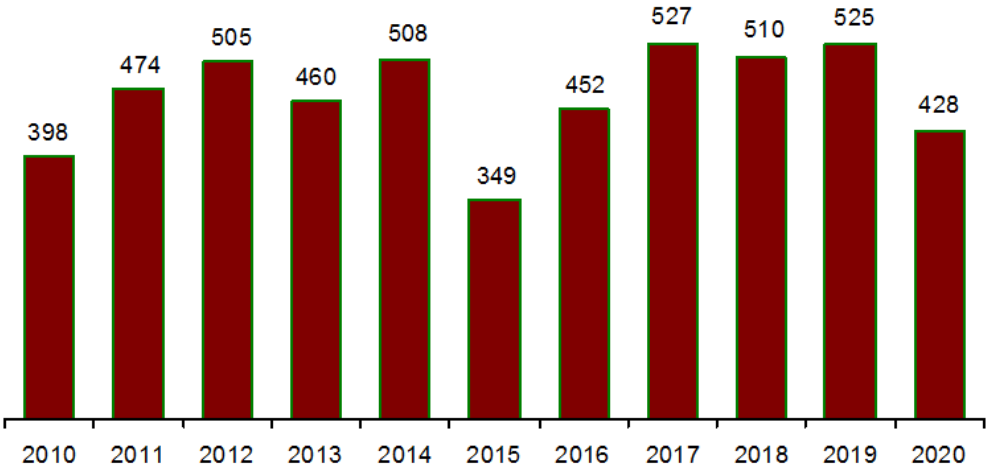


Рис. 1. Производство сахарной свеклы на душу населения, кг

Как видно из рис. 1, в 2020 году наблюдается снижение производства сахарной свеклы на душу населения. Так, в 2019 и 2020 году этот показатель составил 525 и 428 кг, а 2015 год является годом с наиболее низким показателем по производству сахарной свеклы (349 кг), это было вызвано прежде всего низкой урожайностью данной культуры в этом году (330 ц/га), вследствие плохих природно-климатических условий, повлиявших на урожайность свеклы.

Валовой сбор свеклы сахарной в 2021 году составил 3,9 млн тонн при средней ее урожайности 450 центнеров с одного гектара.

В 2022 году в Беларуси планируется вырастить 5 млн тонн сахарной свеклы, что на 29 % больше, чем собрано в 2021 году, и позволит произвести сахара примерно в 2 раза больше, чем требуется для внутреннего рынка.

Эти показатели намного превышают данные за 2021 год, когда в стране было намолочено 7,417 млн тонн зерновых и зернобобовых культур, собрано 3,871 млн. тонн сахарной свеклы, а также 715 тыс. тонн рапса.

Наиболее впечатляющими выглядят планы по увеличению объемов выращивания свеклы. И это при том, что в 2021 году Беларусь полностью обеспечивала себя сахаром и даже экспортировала 203,9 тыс. тонн белого сахара, а импортировала всего 2,4 тыс. тонн.

Внутренняя потребность РБ в сахаре составляет всего около 360 тыс. тонн. Таким образом, если планы по сбору урожая сахарной свеклы в 2022 году сбудутся, это позволит стране произвести сахара примерно в 2 раза больше, чем нужно для внутреннего рынка и удвоить экспорт сахара [6].

Несмотря на достигнутые успехи в производстве сахара, агропромышленный комплекс республики имеет пути повышения эффективности производства: оптимизация сырьевых зон, внедрение передовых технологий, улучшение использования земель, комплексная механизация, повышение урожайности сахарной свеклы, повышение качества продукции, развитие управления и организации производства сахарной свеклы и др. Необходимо также государственное регулирование свеклосахарного подкомплекса, что связано в первую очередь с ответственностью государства за продовольственное обеспечение населения.

Возделывание сахарной свеклы имеет достаточно высокую трудоемкость и материалоемкость, несмотря на внедрение новых технологических приемов ухода за посевами и уборки корнеплодов и механизации основных технологических процессов. В ряде хозяйств на гектар посевов сахарной свеклы

затраты труда оказываются в 11–13 раз больше, чем на гектар зерновых культур, материально-денежные затраты – в 6–8 раз выше.

В последние годы посевы сахарной свеклы в республике размещаются на площадях 97–100 тыс. га, урожайность находится на уровне 395–485 ц/га. Средняя площадь сева на одну свеклосеющую организацию составляет около 260–280 га. Достигнутая урожайность сахарной свеклы по Республике Беларусь не соответствует биологическому потенциалу культуры, который намного выше достигнутого. Стоит отметить, что за последние 25 лет общая посевная площадь Республики Беларусь сократилась почти на 335 га. Такая динамика обусловлена урбанизацией, расширением городов, сокращением личных подворных хозяйств [4, 14].

В итоге изучения тенденций развития свеклосахарного производства в Республике Беларусь можно найти главные направления положительных изменений в данном секторе, предпосылки и факторы его устойчивого развития отрасли. Под устойчивостью свеклосахарного производства здесь понимается система взаимосвязанных экономических показателей, которые обеспечивают конкурентоспособное развитие этого подкомплекса на базе действенного взаимодействия свекловодства и сахарной индустрии с целью самообеспечения республики сахаром и увеличения продуктовой безопасности Республики Беларусь. Под устойчивым предполагается развитие, удовлетворяющее необходимости реального времени, но не представляющее угрозы для удовлетворения потребностей будущих поколений. Концептуальная схема устойчивого развития свеклосахарного подкомплекса основана, на выявлении необходимых предпосылок, факторов и условий этого развития, что в конечном итоге должно привести к положительному эффекту – получению конкурентоспособного результата (рис. 2) [12, 13].

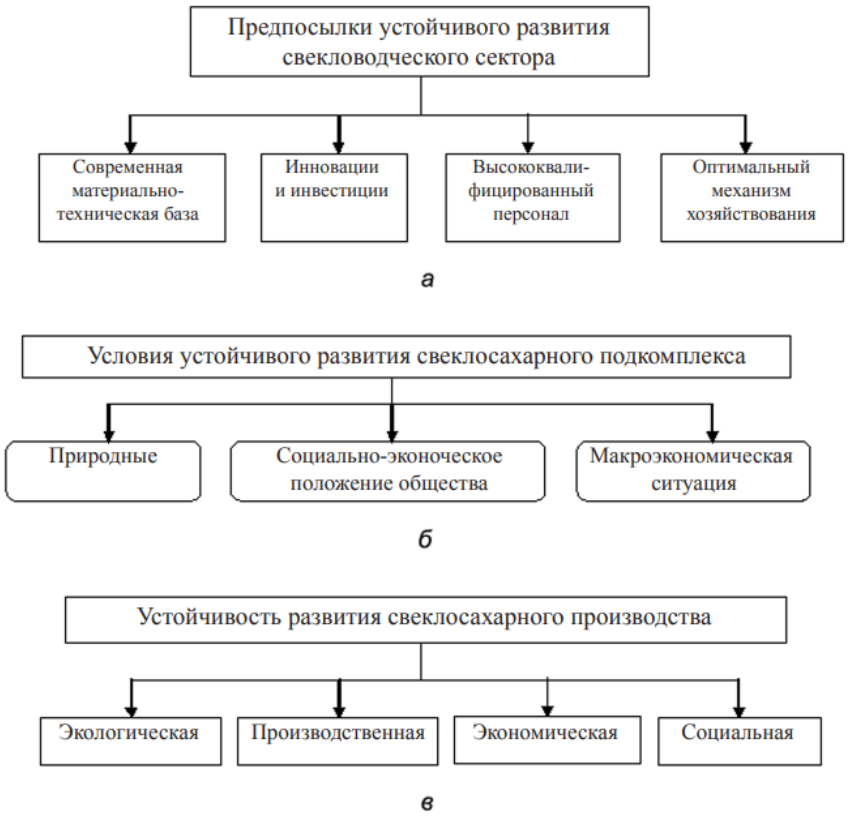


Рис. 2. Модель устойчивого развития свеклосахарного подкомплекса:
а – предпосылки устойчивого развития свекловодческого сектора; б – условия устойчивого развития свеклосахарного подкомплекса; в – устойчивость развития свеклосахарного производства

Заключение

Сахарная промышленность является одним из наиважнейших направлений развития экономики и социального сектора Республики Беларусь, которые обеспечивают продуктовую безопасность государства и способствует развитию сельскохозяйственного производства.

Таким образом, к основными факторами и направлениями повышения устойчивости свеклосахарного подкомплекса можно отнести: качество выпускаемой продукции; главные направления развития управления и обслуживании производства (аренда, акционирование, кооперирование, создание агропромышленных финансовых групп); уровень конкурентоспособности сектора и др. Постоянный кон-

троль как за внутренними, так и за внешними факторами разрешит отчасти исключить кризисные ситуации, понизить опасности потерь, увеличить эффективность и получить довольно высокие результаты производственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апасов, И. В. Стимулирование сбыта как инструмент продвижения научной продукции свеклосахарного производства / И. В. Апасов, М. А. Смирнов // Сахарная свела. –2022. – Выпуск 1. – С. 5–7.

2. В Беларуси планируется увеличить производство сахара почти на треть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://select.by/news/v-belarusi-planiruetsya-uvelichit-proizvodstvo-20848. – Дата доступа: 13.02.2022.

3. Гусаков, В. Г. Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости развития аграрной отрасли Республики Беларусь / В. Г. Гусаков // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2018. – Т. 56. – №4. – С. 401–409.

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа**:** https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki / Дата доступа: 10.03.2022.

5. Кокиц, Е. В. Современное состояние, проблемы и перспективы развития свеклосахарного подкомплекса в Республике Беларусь / Е. В. Кокиц // Проблемы экономики. – 2020. – Выпуск 1(30). – С. 116–127.

6. Кокиц, Е. В. Методика определения эффективности логистической деятельности на предприятиях свеклосахарного подкомплекса / Е. В. Кокиц // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – №2. – С. 31–38.

7. Овчинников, О. Г. Регулирование рынка сахара в России: причины событий, последствия предпринятых мер и возможные альтернативы / О. Г. Овчинников // Сахарная свела. – 2021. – Выпуск 6. – С. 5–6.

8. Роль и значение свеклосахарного подкомплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/saxarnaya-svekla/rol-i-znachenie-sveklosaxarnogo-podkompleksa-i-ego-organizacionnaya-struktura/#:~:text=Большое%20значение%20данного%20подкомплекса%20для,выполняя%20роль%20консерванта%20и%20сладителя/. – Дата доступа: 13.02.2022.

9. Размещение производства и переработки сахарной свеклы [Электронный ресурс]. – Режим доступа**:** https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/saxarnaya-svekla/razmeshhenie-proizvodstva-i-pererabotki-saxarnoj-svekly//. – Дата доступа: 15.02.2022.

10. Гуляка, М. Рекомендации по проведению уборки сахарной свеклы в 2021 году / М. Гуляка, И. Чечеткина // Наше сельское хозяйство. – 2021. – №17. – С. 41–42.

11. Сахарные заводы Беларуси приступили к производству сахара из сырья нового урожая [Электронный ресурс]. – Режим доступа**:** https://smartpress.by/news/12754/. – Дата доступа: 15.02.2021.

12. Факторы устойчивого развития свекловодства в Российской Федерации https://cyberleninka.ru/article/n – Режим доступа**:** https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/saxarnaya-svekla/razmeshhenie-proizvodstva-i-pererabotki-saxarnoj-svekly//. – Дата доступа: 15.02.2022.

13. Факторы размещения сахарной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа**:** https://obrazovaka.ru/question/faktory-razmeshheniya-saharnoj-promyshlennosti-83206//. – Дата доступа: 15.02.2022.

14. Яковчик, Н. С. Организация сельскохозяйственного производства / Н. С. Яковчик, Н. Н. Котковец, П. Н. Малихтарович; под общ. ред. Н. С. Яковчика. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 598 с.

УДК 338.28:001.895(476)

НАПРАВЛЕНИЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФОНДА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. В. ШУТОВА, М. З. ФРЕЙДИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

В статье рассматриваются особенности формирования и развития инновационного процесса в сельском хозяйстве республики. Представлен анализ основополагающих нормативно-правовых актов, способствующих развитию инновационной политики на 2021–2025 годы и стимулированию поиска организационных структур для ускоренной разработки и коммерциализации инноваций. Приведены данные о развитии субъектов инфраструктуры в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь. Рассмотрена актуальность стимулирования формирования алгоритма формирования и функционирования фондов инновационного развития научно-технологических парков, и как следствие повышение роли резидентов научно-технологических парков из числа организаций аграрного бизнеса в инновационном развитии региона и всей страны в целом. По результатам комплексного анализа финансово-экономической деятельности научно-технологических парков разработаны два варианта прогноза количества резидентов, в т.ч. из числа организаций аграрного бизнеса. В первом случае при наличии алгоритма формирования фондов инновационного развития научно-технологических парков за счет отчислений технопарков и их резидентов, и в его отсутствии.

Ключевые слова: *организации аграрного бизнеса, инновационный процесс, коммерциализация инноваций, финансирование, научно-технологический парк, резидент, инновационный фонд, алгоритм.*

The article discusses the features of formation and development of innovation process in the agriculture of the republic. We have presented an analysis of fundamental legal acts that contribute to the development of innovation policy for 2021–2025 and stimulate the search for organizational structures for the accelerated development and commercialization of innovations. We have given data on the development of infrastructure entities in the areas of scientific, scientific-technical and innovative activities of the Republic of Belarus. We have considered the relevance of stimulating the formation of an algorithm for the formation and functioning of funds for the innovative development of science and technology parks, and as a result, an increase in the role of residents of science and technology parks from among agricultural business organizations in the innovative development of the region and the whole country as a whole. Based on the results of a comprehensive analysis of the financial and economic activities of science and technology parks, two options for forecasting the number of residents were developed, including from among agricultural business organizations. In the first case, in the presence of an algorithm for the formation of funds for the innovative development of science and technology parks at the expense of deductions from technology parks and their residents, and in its absence.

Key words*: agricultural business organizations, innovation process, commercialization of innovations, financing, science and technology park, resident, innovation fund, algorithm.*

Введение

На протяжении последних десятилетий в Республике Беларусь все больше внимания уделяется инновационной составляющей развития организаций аграрного бизнеса, которая является одним из ключевых факторов стабилизации и развития сельскохозяйственного производства. Освоение достижений науки и техники позволяет использовать резервы повышения качества продукции, экономии материальных и трудовых ресурсов, совершенствования организации производства и в конечном итоге – рост его эффективности. Инновационный процесс в аграрном бизнесе имеет свою специфику, обусловленную особенностями агропромышленного производства. Инновационная деятельность в условиях аграрной сферы представляет собой процесс создания, апробации и последующей реализации инноваций в любом элементе организационной системы – новшества в технологии, технике, элементах организации и управления, которые приводят к прогрессивному изменению в характере жизнедеятельности. Коммерциализация инноваций в аграрном секторе экономики связана с повышенной степенью неопределенности получения положительного результата и большим риском затрачиваемых средств.

Активизация инновационной деятельности является главным условием в системе факторов, обеспечивающих развитие и повышение эффективности аграрного бизнеса в рыночной экономике. Основополагающим ее элементом является инновация, представляющая собой процесс создания, разработки, апробации, оценки, внедрения и распространения новинки. Стратегия инновационной деятельности направлена на то, чтобы превзойти конкурентов, создать новшество, которое будет признано уникальным. Поэтому инновационная стратегия организаций аграрного бизнеса связана с освоением инноваций, которые позволяют перейти к новой организационно-технологической структуре производства и обеспечить конкурентоспособность произведенной продукции на рынках сбыта.

К основным особенностям формирования и развития инновационного процесса в аграрном бизнесе относятся: различие регионов страны по природно-климатическим условиям и специализации производства; множественность видов производимой сельскохозяйственной продукции, продуктов ее переработки, существенная разница в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, содержания и кормления животных; большая разница в периодах производства отдельных видов сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки; сильная зависимость технологий производства в сельском хозяйстве от природных и погодных условий, дорожно-транспортных сетей, типов и размеров организаций; обособленность сельскохозяйственных товаропроизводителей, отдаленность от научно-информационных центров и организаций, производящих научно-техническую продукцию; разный социально- образовательный уровень работников сельского хозяйства; отсутствие четкого и научно обоснованного организационно-экономического алгоритма передачи достижений науки сельскохозяйственным организациям и, как следствие; существенное отставание отрасли по освоению инноваций в аграрном бизнесе.

Основная часть

В рамках Государственной программы стратегия инновационной политики на 2021–2025 годы будет заключаться в выполнении исполнителями всех форм собственности инновационных проектов, соответствующих приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, с оптимальным сочетанием развития собственного научно-технологического потенциала, продвижения отечественных технологий на мировой рынок и трансфера новых зарубежных технологий. Основные усилия направлены на: стимулирование разработок технологий, товаров и услуг, соответствующих V и VI технологическим укладам, в том числе за счет приоритетного их финансирования, а также экспортоориентированных разработок; формирование полноценного рынка научно-технической и инновационной продукции, совершенствование институциональной среды, развитие и стимулирование инновационного предпринимательства; создание национальной системы технологического прогнозирования; создание и стимулирование развития опытно-внедренческих структур; развитие инновационной инфраструктуры; развитие национальной системы интеллектуальной собственности; стимулирование участия молодежи в сфере научно-технической и инновационной деятельности, формирование и развитие новых бизнес-моделей молодежной занятости в инновационной сфере, в том числе на поддержку молодежных стартапов; развитие системы научно-технической информации [2, с. 10]. Решение задачи по формированию лучших условий осуществления и стимулирования инновационной деятельности на основе имплементации передовых мировых практик предполагает ускоренное развитие инфраструктуры в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности и формирование комплексной системы преференциальных режимов, налоговых льгот и механизмов финансирования, охватывающей все этапы инновационного цикла [2, с. 11].

Стимулирование инновационной деятельности в соответствии с основополагающим законодательным актом Республики Беларусь – Законом «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь» от 10 июля 2012 г. № 425-З (в ред. 18.05.2016 г.) – осуществляется в форме: финансирования инновационных проектов за счет средств республиканского и(или) местных бюджетов; финансирования расходов на организацию деятельности и развитие материально-технической базы субъектов инновационной инфраструктуры, включая капитальные расходы ;финансирования участия субъектов инновационной деятельности и субъектов инновационной инфраструктуры в международных выставках, ярмарках, конференциях, семинарах и иных подобных мероприятиях; предоставления права пользования государственным имуществом, права использования объектов интеллектуальной собственности для осуществления инновационной деятельности; передачи субъектам инновационной деятельности имущественных прав на результаты интеллектуальной деятельности, полученные за счет средств республиканского и(или) местных бюджетов и необходимые для осуществления инновационной деятельности; предоставления налоговых льгот субъектам инновационной деятельности, производящим и реализующим инновационные товары, и субъектам инновационной инфраструктуры; таможенного регулирования экспорта продукции и технологий, созданных на основе новшеств, а также импорта сырья, оборудования, комплектующих, необходимых для их производства (создания) [7].

Достигнутые за последние годы белорусскими технопарками успехи в определенной мере являются следствием внедрения новых инструментов содействия и поддержки инновационной деятельности резидентов технопарков. Начиная с 2018 г. в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 12.03.2018 № 105 «Об изменении указов Президента Республики Беларусь» научно-

технологические парки получили возможность формировать фонды инновационного развития для финансирования развития технологической инфраструктуры технопарков и реализации инновационных проектов их резидентами путем реинвестирования половины налоговых отчислений [8]. Кроме того, технопаркам предоставлена возможность применения гибкой арендной политики с учетом уровня развития организаций-резидентов, что в настоящее время позволяет оказывать целевую поддержку инновационным организациям.

Положительный вклад в развитие инновационной инфраструктуры в Беларуси внес ряд нормативных правовых актов, сформировавших систему налоговых льгот для технопарков и их резидентов. Так, например, в соответствии с частью 11 подпункта 2.1 пункта 2 Указа № 1 технопарки и их резиденты освобождаются от уплаты налога на прибыль и налога при УСН, исчисленных за отчетный (налоговый) период, в размере суммы денежных средств, фактически перечисленной ими в этом отчетном (налоговом) периоде в формируемый технопарком фонд инновационного развития, но не более 50 процентов суммы соответственно налога на прибыль и налога при УСН, исчисленных за такой отчетный (налоговый) период. Применение подобных налоговых льгот позволяет организациям компенсировать величину отчислений в фонды инновационного развития [9].

По состоянию на настоящее время фонды инновационного развития созданы в 9 технопарках. Объем средств, перечисленных технопарками и их резидентами в соответствующие фонды инновационного развития, в 2018 году составил 116,6 тыс. руб., в 2019 году – 707,4 тыс. руб., в 2020 году – 903,8 тыс. руб.

По данным Министерства по налогам и сборам в 2020 году льготами по налогу на прибыль и налогу при УСН, предусмотренными частью 11 подпункта 2.1 пункта 2 Указа № 1, воспользовались 3 технопарка и68резидентов технопарков. Объем высвобожденных средств в результате применения указанной льготы составил 477,4 тыс. руб., из них 473,9 тыс. руб. (99,3 процента) пришлось на резидентов технопарков (табл.1).

Таблица 1. **Сведения о размере налоговых льгот по налогу на прибыль и налогу при УСН, предусмотренных частью 11 подпункта 2.1 пункта 2 Указа № 1**

Вид налога	Количество организаций, воспользовавшихся льготой, единиц			Объем высвобожденных средств, тыс. руб.		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Налог на прибыль и налог при упрощенной системе налогообложения	22	47	71	135,9	272,0	477,4
В том числе по резидентам технопарков						
Налог на прибыль и налог при упрощенной системе налогообложения	20	45	68	133,7	270,8	473,9

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [10, 6].

Эффективность существующей системы стимулирования подтверждается высокими темпами развития инновационной инфраструктуры. К 2020 году по сравнению с 2015 годом количество резидентов технопарков увеличилось в 2,2 раза, количество работников резидентов – в 2,7 раза, объем произведенной продукции – в 5,9 раза. При этом за последние 3года (период формирования фондов инновационного развития технопарков) количество резидентов технопарков увеличилось в 1,7 раза, количество работников резидентов увеличилось в 1,9 раза (табл. 2).

Таблица 2. **Показатели развития технопарков в Республике Беларусь в2015–2020 гг.**

Показатели	Годы						Изменение 2020 г. в % к 2015 г.	Изменение 2020 г. в % к 2017 г.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Количество резидентов технопарков, ед.	101	128	133	146	184	223	220,8	167,7
Количество работников резидентов, чел.	1 137	1 416	1 598	2 305	2 886	3 104	273,0	194,2
Общий объем произведенной продукции (работ, услуг), млн руб.	33,7	73,8	87,2	117,8	148,4	198,1	587,8	227,2
Объем инновационной продукции собственного производства, млн руб.	26,7	49,8	59,1	86,7	94,0	151,7	568,2	256,7

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [14].

Динамичное развитие инновационной инфраструктуры позволило значительно увеличить объем налоговых отчислений резидентов технопарков в бюджет страны. В частности, если в 2016 году от резидентов технопарков поступило 1,1 млн руб. по налогу на прибыль, то в 2020 году эта сумма увеличилась более, чем в 2,8 раза и составила 3,2 млн руб. Положительная динамика наблюдается и по налогу на добавленную стоимость (с 2,8 млн руб. в 2016 году до 9,3 млн руб. в 2020 году). В общей сложности объем налогов, сборов (пошлин) от резидентов технопарков в 2016–2020 годах увеличился почти в 3,2 раза (с 6,6 млн руб. до 20,9 млн руб.) (табл. 3).

Таблица 3. **Информация о поступлении платежей от резидентов технопарков за 2016–2020 гг.**

Виды налогов	Количество плательщиков, уплативших в бюджет					Сумма платежей, тыс. руб.				
	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Налоги, сборы (пошлины), всего	128	127	144	169	223	6611,1	7950,6	7893,1	12590,4	20883,0
в том числе налог на добавленную стоимость*	66	71	77	95	126	2759,2	2494,4	416,7	3286,0	9335,0
налог на прибыль	49	50	54	64	82	1133,6	1627,5	2085,1	2550,5	3225,6
налог при упрощенной системе налогообложения	60	51	54	72	81	430,0	526,9	533,1	379,3	382,1

* – значительное снижение налоговых поступлений по НДС в 2018 году связано с большим количеством налоговых вычетов, которые применялись к организациям, но не были связаны с их статусом в качестве резидентов технопарков. Таблица составлена автором по данным источника [10, 6].

По данным приведенным в табл. 3, рассчитаем долю резидентов технопарков, выступающих плательщиками основных видов налогов, средний размер платежа в расчете на одного плательщика (табл. 4).

Таблица 4. **Усредненные показатели поступления налоговых платежей от резидентов технопарков (средние значения за 2016–2020 гг.)**

Виды налогов	Доля плательщиков основных налогов в общем количестве резидентов технопарков, %	Средняя выплата по основным видам налогов в расчете на одного плательщика-резидента технопарка, тыс. руб.
налог на добавленную стоимость	54,7	38,2
налог на прибыль	38,0	34,7
налог при упрощенной системе налогообложения	40,7	7,5

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [10, 6].

Дальнейшее развитие технопарков, их возможность привлекать новых резидентов в значительной степени зависит от наличия собственных ресурсов, аккумулирующихся в фондах инновационного развития. В частности, по результатам комплексного анализа финансово-экономической деятельности технопарков разработаны два варианта прогноза количества резидентов. В первом случае дополнительного привлечения 115 новых резидентов, во втором случае при отсутствии алгоритма формирования фондов инновационного развития технопарков за счет отчислений технопарков и их резидентов – 20 новых резидентов (табл. 5).

Таблица 5. **Прогноз количества резидентов технопарков**

Варианты	Показатель	Годы					
		2020	2021	2022	2023	2024	2025
		Факт	Оценка	Прогноз			
при наличии алгоритма формирования фондов инновационного развития технопарков	Общее количество резидентов	223	225	265	295	325	340
при отсутствии алгоритма формирования фондов инновационного развития технопарков	Общее количество резидентов	223	225	230	235	240	245

Примечание. Таблица составлена автором.

На основании прогноза количества резидентов до 2025 года (табл. 5), а также усредненных показателей поступления налоговых платежей от резидентов технопарков (табл. 4), можно оценить динамику налоговых поступлений от резидентов технопарков до 2025 года с отсутствием или наличием алгоритма формирования фонда инновационного развития технопарков (табл. 6).

Таблица 6. **Прогнозные показатели налоговых платежей от резидентов технопарков на 2022–2025 гг.**

Вид налога	Количество плательщиков				Общая сумма уплаченных платежей, тыс. руб.			
	Годы							
	2022	2023	2024	2025	2022	2023	2024	2025
при наличии алгоритма формирования фондов инновационного развития технопарков								
Налог на добавленную стоимость	145	161	178	186	5541,2	6168,5	6795,8	7109,5
Налог на прибыль	101	112	123	129	1745,1	1942,7	2140,2	2239,0
Налог при УСН	108	120	132	138	402,8	448,4	494,0	516,8
при отсутствии алгоритма формирования фондов инновационного развития технопарков								
Налог на добавленную стоимость	126	129	131	134	4809,4	4913,9	5018,5	5123,0
Налог на прибыль	87	89	91	93	3029,2	3095,1	3160,9	3226,8
Налог при УСН	94	96	98	100	699,2	714,4	729,6	744,8
Объем дополнительных поступлений (разность между наличием алгоритма и его отсутствием)								
Налог на добавленную стоимость	–	–	–	–	731,9	1254,6	1777,4	1986,5
Налог на прибыль	–	–	–	–	-1284,1	-1152,4	-1020,7	-987,8
Налог при УСН	–	–	–	–	-296,4	-266,0	-235,6	-228,0
Общий эффект	–	–	–	–	-848,7	-163,8	521,0	770,7

Примечание. Таблица составлена автором.

Как показывают данные табл. 6, на протяжении всего прогнозного периода наличие алгоритма формирования фондов инновационного развития при технопарках будет оказывать отрицательное

влияние на величину налоговых платежей по налогу на прибыль и налогу при УСН. Вместе с тем за счет существенного увеличения количества резидентов ожидается наращивание платежей по налогу на добавленную стоимость, налогу на недвижимость и земельному налогу.

В результате уже в 2024 году дополнительные поступления по НДС позволят полностью компенсировать выпадающие поступления по налогу на прибыль и налогу при УСН за текущий год. В 2025 году объем дополнительных налоговых поступлений увеличится и полностью компенсирует отрицательный эффект, полученный в 2022–2023 годах.

Как показало исследование, в Республике Беларусь при разработке нормативных правовых актов особое внимание уделяется созданию эффективного алгоритма правового регулирования инновационной деятельности, в котором ключевое место должны занимать правовые инструменты государственного стимулирования и поддержки инновационной деятельности. В настоящее время действует ряд законодательных актов, направленных на регулирование вопросов инновационной деятельности, а также деятельности субъектов инновационной инфраструктуры [17, с. 156].

Для ускоренного развития инфраструктуры в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности должно быть обеспечено развитие научно-технологических парков в области оказания содействия в создании на их базе субъектов предпринимательства в инновационной сфере и осуществление материально-технического, финансового, организационно-методического, информационного, консультационного и иного обеспечения деятельности организаций аграрного бизнеса. Возможным элементом решения данного направления является формирование и развитие в научно-технологических парках целевых фондов инновационного развития для финансирования выполняемых резидентами научно-технологических парков инновационных проектов и расширение практики предоставления инновационных ваучеров и грантов, а также создание и организация деятельности ассоциации развития инновационной инфраструктуры и инновационного предпринимательства.

Для формирования комплексной системы преференциальных режимов, налоговых льгот и механизмов финансирования, охватывающей все этапы инновационного цикла, необходимо обеспечить формирование развитой венчурной экосистемы (включающей фонды разных стадий) с учетом лучших международных практик [2, с. 11].

В рамках настоящего исследования, мы пришли к выводу, что самое неблагоприятное воздействие на развитие инновационных процессов в агроном бизнесе оказывает низкий уровень платежеспособного спроса на научно-техническую продукцию и инновации. Отсутствие у большинства сельхозтоваропроизводителей и организаций собственных денежных средств, сопровождаемое ограниченностью бюджетных источников финансирования, и практическая невозможность получить на инновации заемные средства не позволяют им заниматься освоением новых технологий [15, с. 234].

Таким образом, одним из основных направлений государственной инновационной политики должно стать развитие инфраструктуры в сферах научно-технической и инновационной деятельности. В Государственном комитете по науке и технологиям (ГКНТ), который курирует формирование инновационной инфраструктуры в стране, отмечают, что первый этап активизации данного процесса произошел благодаря принятию Указа Президента от 3 января 2007 г. № 1 . Согласно документу, суть создания научно-технологических парков заключается в том, чтобы сконцентрировать на одной территории специалистов разного профиля деятельности.

Ученые могут проводить исследования, преподавать в учебных заведениях и участвовать в процессе внедрения результатов своих исследований в реальный сектор экономики. Научно-технологические парки (сегодня их уже 18) созданы во всех областных центрах и других городах. Ключевой результат их деятельности – устойчивый рост объемов произведенной резидентами инновационной и высокотехнологичной продукции.

Таким образом, направлениями стимулирования развития научно-технологических парков и инновационных фондов должны стать:

1) активизация работы по созданию новых и развитию действующих технопарков и их филиалов в регионах страны (технопарки работают в Новополоцке, Пинске, Горках и Ляховичском районе, ведется работа по их созданию и развитию в Бобруйске, Борисове и Молодечно);

2) формирование у технопарков образовательной и технологической инфраструктуры для оказания услуг резидентам на всех этапах инновационного цикла;

3) развитие в рамках технопарков инновационных фондов, инкубаторов и акселерационных программ, направленных на поддержку инновационного аграрного бизнеса;

4) активизацию осуществляемого технопарками международного сотрудничества.

Изменения на законодательном уровне, а также регулярная работа по повышению качества и расширению спектра оказываемых научно-технологическими парками услуг позволило данным субъектам инновационной инфраструктуры стать перспективной площадкой для развития инновационной экономики страны.

Стимулирование формирования фондов инновационного развития технопарков за счет отчислений технопарков и их резидентов, предусмотренных подпунктом 2.1 пункта 2 Указа Президента Республики Беларусь от 3 января 2007 г. №1 «Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры», будет способствовать более интенсивному развитию инновационной инфраструктуры, увеличению количества резидентов технопарков – организаций аграрного бизнеса. С учетом ожидаемого увеличения результативности функционирования технопарков объем дополнительных налоговых поступлений по налогу на добавленную стоимость полностью компенсирует сумму высвободившихся средств в результате применения их резидентами льгот по налогу на прибыль и налогу при упрощенной системе. Кроме того, к иным последствиям можно отнести следующее: снижение потребности в бюджетных средствах на организацию деятельности и развитие своей материально-технической базы технопарков, включая капитальные расходы; увеличение более чем в 1,5 раза количества резидентов технопарков (с 225 в 2021 г. до 340 в 2025 г.); обеспечение создания 1300 дополнительных рабочих мест резидентами технопарков за период 2022–2025 гг.; устойчивый рост объемов произведенной резидентами инновационной и высокотехнологичной продукции, за счет формирования и развития в научно-технологических парках целевых фондов инновационного развития для финансирования выполняемых резидентами научно-технологических парков инновационных проектов и расширение практики предоставления инновационных ваучеров и грантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гануш, Г. И. Проблемы и приоритеты выбора в экономике АПК Беларуси: теоретико-прикладные аспекты / Г. И. Гануш // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2016. – № 1. – С. 5–12.
2. Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021– 2025 годы / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2021. – 208 с.
3. Гусаков, В. Г. Вызовы «Индустрии 4.0» и «Общества 2.0», или Рассуждения по поводу новой цифровой реальности / В. Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2019. – № 12. – С. 4–9.
4. Гусаков, Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее / Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2019. – № 6. – С. 69–74.
5. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 15.12.2017 № 962, – Режим доступа: http://www.government.by/upload/docs/file27d7eclalla991f6.PDF. – Дата доступа: 12.09. 2020 г.
6. Налоговый Кодекс Республики Беларусь (особенная часть) 29 декабря 2009 г. № 71-З Принят Палатой представителей 11 декабря 2009 года Одобрен Советом Республики 18 декабря 2009 года в редакции Закона Республики Беларусь от 31 декабря 2021 г. № 141-З (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 04.01.2022, 2/2861) – внесены изменения и дополнения, вступившие в силу 1 января 2022 г. и 27 марта 2022 г., за исключением изменений и дополнений, которые вступят в силу 1 июля 2022 г. и 1 января 2023 г. // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
7. ОгосударственнойинновационнойполитикеиинновационнойдеятельностивРеспубликеБеларусь Закон Республики Беларусь от10 июля 2012 г. № 425-З Принят Палатой представителей 31 мая 2012 года Одобрен Советом Республики 22 июня 2012 года изменения и дополнения: Закон Республики Беларусь от 11 мая 2016 г. №364-З // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
8. Об изменении указов Президента Республики Беларусь Указ Президента Республики Беларусь от 12марта2018г. – №105 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
9. Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной Указ Президента Республики Беларусь 3января2007г.№1 в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 12 марта 2018 г. № 105 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
10. Официальный сайт «Министерство по налогам и сборам Республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: https://nalog.gov.by/organizations/ – Дата доступа: 14.03.2022.
11. Республиканский центр трансфера технологий [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://ictt.by/rus/Default.aspx?tabid=1117/. – Дата доступа: 10.09.2020.
12. Сайганов, А. Научное обеспечение агропромышленного комплекса Республики Беларусь / А. Сайганов, Т. Запрудская, А. Пыл // Организационно-правовые аспекты инновационного развития агробизнеса: сб. науч. труд. / Белорус. с.-х. акад., Западнопоморский технол. ун-т в Щецине; ред. кол.: А. С. Чечеткин (гл. ред.) [и др.]. – Щецин–Горки, 2020. – С. 240–246.
13. Сатторкулов, О. Т. Рынок инноваций и его структура / О. Т. Сатторкулов, К. У. Рахматов // Молодой ученый. – 2017. – № 14 (148). – С. 435–437.
14. Технопарки Республики Беларусь / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2021. – 80 с.
15. Шутова, С. В. Современное состояние и возможности развития инновационной деятельности Республики Беларусь / С. В. Шутова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т; под ред. В. К. Пестис. – Гродно, 2016. – Т. 34. – С. 234–240.
16. Шутова, С. В. Особенности законотворчества коммерциализации инноваций в Республике Беларусь / С. В. Шутова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса / Гродненский госуд. аграр. ун-т. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 39. – С. 320–329.
17. Шутова, С. В. Создание и функционирование инновационной инфраструктуры в Республике Беларусь / С. В. Шутова // Глобальні принципи фінансового, облікового та аналітичного забезпечення аграрного сектора економіки: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 8–9 листопада 2018 р. / Харк. нац. аграр. ун-т. – Харків: ХНАУ, 2018. – Вип. 2. – С. 156–159.

УДК 338.436.33

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ

А. И. ПОДЛИПСКИЙ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213410, e-mail: antipod.x@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.04.2022)

Важность и неизбежность интеграционных процессов в различных сферах экономики обусловили необходимость более детального изучения категории «интеграция» для более глубинного понимания ее сущности, особенно в виду того, что понимание интеграции различными научными школами, учеными далеко не однозначно. В статье приводится авторское определение агропромышленной интеграции. Новизна и актуальность данного определения состоит в характеристике агропромышленной интеграции как многогранной категории и в формировании целостного представления о ее природе, субъектах, инициаторах, цели, способах и итогах. На основании проведенного анализа и сформулированного определения агропромышленной интеграции появляется возможность идентификации и конкретизации перечня исследуемых объектов. Установлено, что в широком смысле к интеграционным процессам можно отнести весь спектр взаимодействий субъектов – от контрактации, франчайзинга до слияния и поглощения. Отмечается, что более трендовое понимание интеграции заключается в некотором противопоставлении ее кооперации, в более жестком и агрессивном сценарии объединения, наличии ведущего звена. На основании проведенных в статье исследований определено, что интеграция тесно связана с такими категориями как концентрация, обобществление, централизация, кооперация. Установлено, что в вопросе общности понятий «интеграция» и «кооперация» мнения ученых, уделивших внимание данной проблеме, можно условно разделить на две группы: те, которые отождествляют эти два понятия, чаще всего рассматривая интеграцию как частный случай кооперации, и те, которые разграничивают их, отмечая, по их мнению, очевидную разницу. Анализ различных сторон интеграции также позволили выявить некоторую бессистемность в использовании категорий «интеграционный» и «интегрированный» относительно субъектов, участвующих в интеграционных процессах. Проведенные в связи с этим исследования позволяют утверждать, что большинство ученых отождествляют их. В статье сделана попытка систематизировать употребление указанных категорий.

Ключевые слова: *Агропромышленная интеграция, кооперация, концентрация, идентификация, категория, понятие.*

The importance and inevitability of integration processes in various sectors of the economy have necessitated a more detailed study of the category of «integration» for a deeper understanding of its essence, especially in view of the fact that the understanding of integration by various scientific schools, scientists is far from unambiguous. The article provides the author's definition of agro-industrial integration. The novelty and relevance of this definition lies in the characterization of agro-industrial integration as a multifaceted category and in the formation of a holistic view of its nature, subjects, initiators, goals, methods and results. On the basis of the analysis and the formulated definition of agro-industrial integration, it becomes possible to identify and specify the list of objects under study. It has been established that, in a broad sense, integration processes can include the entire range of interactions between subjects – from contracting, franchising to mergers and acquisitions. It is noted that a more trendy understanding of integration lies in some opposition to cooperation, in a more rigid and aggressive scenario of integration, the presence of a leading link. Based on the research carried out in the article, it was determined that integration is closely related to such categories as concentration, socialization, centralization, and cooperation. It has been established that on the question of the commonality of the concepts of «integration» and «cooperation», the opinions of scientists who have paid attention to this problem can be divided into two groups: those who identify these two concepts, most often considering integration as a special case of cooperation, and those who distinguish between them, noting, in their opinion, an obvious differenc. Analysis of various aspects of integration also made it possible to identify some unsystematic use of the categories «integrational» and «integrated» in relation to the subjects participating in integration processes. Conducted in connection with this research suggests that most scientists identify them. The article attempts to systematize the use of these categories.

Key words: *Agro-industrial integration, cooperation, concentration, identification, category, concept.*

Введение

Текущие интеграционные процессы в Республике Беларусь затронули фактически все направления аграрного бизнеса. Сотрудничество между производителями сырья, переработчиками сельскохозяйственной продукции, сбытовыми организациями, имеющими прямое отношение к агробизнесу по мнению большинства ученых может дать толчок к значительному усилению позиций всех сторон на продовольственном рынке, повышению экономической эффективности их работы. Мировая практика подтверждает, что повышения эффективности производства и высокой конкурентоспособности достигают крупные продуктовые компании. Наряду с тем, что они удерживают рынок продукции, они имеют возможность мотивировать производителей сырья, используя при этом различные направления интеграции и кооперации. Формирование крупных продуктовых компаний различных организационно-правовых форм является объективной необходимостью развития агробизнеса. Нарастание интеграционных процессов многими современным учеными оценивается как ключевой фактор, позволяющий создать предпосылки для развития и укрепления экономического потенциала Беларуси.

Проведенные исследования показывают, что большинство ученых, занимающихся данной проблемой, оценивают интеграционные процессы в качестве одного из важнейших направлений развития экономики и, в частности, сферы аграрного бизнеса. Это обуславливает актуальность исследова-

ния данной проблематики, в том числе и в теоретическом аспекте. Анализ показывает, что существуют некоторые противоречия в понимании и трактовке отдельных сторон и проявлений данной категории.

Следует отметить, что изначально интеграция – (лат. integratio – восстановление, восполнение) процесс взаимного приспособления и объединения в единое целое организаций, отраслей, регионов или стран и т. п.; объединение экономических субъектов, углубление их взаимодействия, развитие связей между ними [1]. Похожая трактовка приведена и в энциклопедическом словаре: «интеграция – понятие, означающее состояние связанности отдельных дифференцированных частей и функций системы, организма в целое, а также процесс, ведущий к такому состоянию» [4].

В экономическом словаре под интеграцией понимают объединение экономических субъектов, углубление их взаимодействия, развитие связей между ними. Отмечается, что экономическая интеграция проявляется как в расширении и углублении производственно-технологических связей, совместном использовании ресурсов, объединении капиталов, так и в создании друг другу благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятии взаимных барьеров [2]. Проведенный выше анализ необходим для формирования понятия о сущности и особенностях агропромышленной интеграции, однако последняя требует уточнения в связи со специфичностью аграрной сферы. Проведенные исследования позволяют дать уточненное определение агропромышленной интеграции на основе фундаментального (первоначального) понимания категории «интеграция», а также современных тенденций, мнений различных авторов, школ.

Таким образом, **агропромышленная интеграция** – это процесс и состояние взаимодействия, сближения, укрупнения, соединения отраслей, субъектов агропромышленного комплекса в интересах собственника (ведущего звена) в вертикальном, горизонтальном направлениях, целью которых является повышение экономического потенциала структуры за счет объединения и рационального использования трудовых, финансовых, интеллектуальных и иных ресурсов, ведущие к концентрации производства. Новизна и актуальность данного определения состоит в характеристике агропромышленной интеграции как многогранной категории и в формировании целостного представления о ее природе, субъектах, инициаторах, цели, способах и итогах. На основе проведенного анализа и сформулированного определения агропромышленной интеграции появляется возможность идентификации и конкретизации перечня исследуемых объектов, что является отправным моментом в исследовании интеграционных процессов любого масштаба.

Основная часть

На основании проведенного анализа и сформулированного определения агропромышленной интеграции появляется возможность идентификации и конкретизации перечня исследуемых объектов, что является отправным моментом в исследовании интеграционных процессов любого масштаба. На рис. 1. приведена характеристика субъектов, которых, по нашему мнению, можно отнести к участникам интеграционных процессов в агропромышленной сфере.

Рис. 1. Идентификация и характеристика субъектов агропромышленной интеграции

Таким образом, в широком смысле к интеграционным процессам можно отнести весь спектр взаимодействий субъектов – от контрактации, франчайзинга до слияния и поглощения. Более трендовое понимание интеграции заключается в некотором противопоставлении ее кооперации, в более жестком и агрессивном сценарии объединения, наличии ведущего звена (инициатора).

Исследования позволяют установить, что интеграция тесно связана с такими категориями как концентрация, обобществление, централизация, кооперация. В вопросе общности понятий «интеграция» и «кооперация» мнения ученых, уделивших внимание данной проблеме, можно условно разделить на две группы: те, которые отождествляют эти два понятия, чаще всего рассматривая интеграцию как частный случай кооперации, и те, которые разграничивают их, отмечая, по их мнению, очевидную разницу.

По нашему мнению, вопрос рассмотрения одной из данных категорий в качестве частного случая другой, либо наоборот подчеркнутое их разграничение в рамках наших исследований является не принципиальным. Очевидно, что интеграция – качественно более новая категория, характеризующая объективные процессы, возникшие на фоне современных мировых тенденций (информатизации, глобализации), соответственно имеющая иную философию, нежели кооперация, предусматривающая более тесное объединение, слияние участников, характеризующаяся многими авторами как более «агрессивная» деятельность по сравнению с кооперацией.

Анализ различных сторон интеграции также позволили выявить некоторую бессистемность в использовании категорий «интеграционный» и «интегрированный» относительно субъектов участвующих в интеграционных процессах. В связи с этим видится необходимым уточнение использования указанных категорий. Отсюда можно сделать вывод, что в научной среде рассматриваемые понятия воспринимаются, используются как синонимы. Однако, по нашему мнению, существуют некоторые нюансы использования понятий «интеграционный» и «интегрированный» применительно к формированиям, структурам (рис. 2.)

Рис. 2. Анализ контекста использования терминов «интегрированный» и «интеграционный» относительно субъектов (формирований, структур)

Таким образом, приходим к выводу, что категория «интеграционный» является более универсальной и ее можно применять для всех субъектов, имеющих те или иные признаки принадлежности к интеграционным процессам. Категорию «интегрированный», по нашему мнению, целесообразно применять: к формированиям, включающим структурные элементы, имевшие до момента интеграции значительную степень самостоятельности, автономии друг от друга, т. е. речь идет в первую очередь об объединении уже существующих субъектов (в холдинги, концерны, корпорации и др.); по отношению к субъекту, включенному в какое-либо формирование. Данную категорию не совсем корректно применять к структурам, образованным на основе освоения части или полного цикла движения товара, путем создания, открытия различных дополнительных, изначально непрофильных сфер деятельности: перерабатывающих, подсобных производств, торговых сетей и т.д. (агрокомбинаты, агрофирмы).

Заключение

Таким образом, результаты исследования сущности агропромышленной интеграции позволяют сделать выводы, что отечественные и зарубежные ученые считают формирование и развитие инте-

грационных структур в агробизнесе одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности. При этом, большинство авторов сходятся во мнении в том, что процессы сближения, слияния различных сфер должны быть экономически оправданными, т.е. участники интеграции должны в итоге получить дополнительный экономический эффект от совместной деятельности. Анализ показал, что агропромышленная интеграция рассматривается как состояние связанности объектов в сфере аграрного бизнеса, так и как процесс, ведущий к такому состоянию. Многогранность данной категории обусловила наличие некоторых противоречий во взглядах ученых по различным аспектам ее сущности, выявленных при анализе нами их научных трудов. Установлена ее тесная взаимосвязь с концентрацией, обобществлением, глобализацией, кооперацией, в то же время отмечены и принципиальные отличия данных категорий, подчеркнутые, также, многими отечественными и зарубежными авторами. В результате исследований уточнено определение агропромышленной интеграции, в котором отражены основные аспекты исследуемой категории и сделана попытка разъяснить некоторые противоречия, имеющиеся в научном сообществе в рамках данной проблемы. Сформулированное определение агропромышленной интеграции помогло четко обозначить весь спектр объектов, в рамках исследования интеграционных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аюшеева, А. О. Формирование интегрированных структур агропромышленного комплекса региона: проблемы и перспективы / А. О. Аюшеева. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2013. – 153 с.

2. Борисов, А. Б. Большой экономический словарь / А. Б. Борисов. – М.: Книжный мир, 2003. – 895 с.»

3. Запольский М. И. Развитие агропромышленной интеграции в условиях становления рыночной экономики: дис. ...д-ра. эк. наук: 08.00.05 / М. И. Запольский. – Минск, 2014. – 332 с.

4. Золотогоров, В. Г. Экономика: энцикл. словарь / В. Г. Золотогоров. – Минск, 2003.– 720 с.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.82:[634.11 + 634.723.1]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯБЛОНИ И ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

В. В. СКОРИНА, Р. М. ПУГАЧЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: skorina@list.ru

(Поступила в редакцию 24.01.2022)

Элементы минерального питания необходимы растениям для нормального роста и развития. При их недостатке или избытке в системе удобрение нарушается обмен веществ у растений, что в конечном итоге приводит к нарушению развития, снижению урожайности и качества продукции.

В статье предоставлены результаты исследований по оценке влияния комплексных минеральных удобрений на урожайности сортов яблони и смородины черной. Установлено, что некорневое применение комплексных минеральных удобрений (Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП) с нормой расхода оказывало 1,0–2,0 кг/га оказывало положительное влияние на показатели качества и урожайность сортов яблони и смородины черной. Отмечено снижение титруемой кислотности плодов яблони и смородины черной на 8,9 и 5,7 % соответственно. В результате исследований отмечено увеличение средней массы плодов у яблони на 11,2 % и на 8,0 % ягод смородины черной. Урожайность яблони увеличилась на 0,7 т/га, смородины черной на 0,46 т/га. Применение удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП оказало положительное влияние на повышение товарности плодов яблони у сортов Слава Победителям и Лучезарное и в среднем по опыту. Выход плодов первого товарного сорта увеличился на 10,1, 6,4 и 5,5 процентных пункта у данных сортов и в среднем по опыту, достоверно превысив контроль. Применение кальцийсодержащих удобрений способствовало повышению прочности кожицы плодов яблони и смородины черной на 1,5 и 1,0 кг/см^2 до 11,3 и 5,81 кг/см^2 соответственно. По большинству изучаемых показателей при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП отмечено проявление сортовой специфичности. У яблони большую отзывчивость на применение удобрения проявлял сорт Слава Победителям, у смородины черной сорт Клуссоновская.

***Ключевые слова**: яблоня, смородина черная, сорт, удобрение, Идрофлорал Плюс, урожайность, качество.*

Plants need minerals for normal growth and development. With their deficiency or excess in the fertilizer system, the metabolism of plants is disturbed, which ultimately leads to a developmental disorder, a decrease in yield and product quality.

The article presents results of studies on the assessment of the effect of complex mineral fertilizers on the yield of apple and black currant varieties. It has been established that foliar application of complex mineral fertilizers (Idrofloral Plus 14-11-22 + 8CaO, water-soluble powder) with a consumption rate of 1.0–2.0 kg/ha had a positive effect on quality indicators and yields of apple and black currant varieties. A decrease in the titratable acidity of apple and black currant fruits by 8.9 and 5.7%, respectively, was noted. As a result of the research, an increase in the average weight of fruits in an apple tree by 11.2 % and in black currant berries by 8.0 % was noted. The yield of apple trees increased by 0.7 t/ha, black currant – by 0.46 t/ha. The use of fertilizer Idrofloral Plus 14-11-22 + 8CaO, WSP had a positive effect on the increase in the marketability of apple fruits in Slava Pobeditelyam and Luchezarnoye varieties and, on average, according to the test. The yield of fruits of the first commercial variety increased by 10.1, 6.4 and 5.5 percentage points in these varieties and on average for the experiment, significantly exceeding the control. The use of calcium-containing fertilizers contributed to an increase in the strength of skin of apple and black currant fruits by 1.5 and 1.0 kg/cm^2 to 11.3 and 5.81 kg/cm^2, respectively. According to most of the studied indicators, when applying the fertilizer Idrofloral Plus 14-11-22 + 8CaO, WSP, a manifestation of varietal specificity was noted. In the apple tree, the variety Slava Pobeditelyam showed great responsiveness to the use of fertilizer, in the black currant – variety Klussonovskaya.

***Key words**: apple tree, black currant, variety, fertilizer, Idrofloral Plus, productivity, quality.*

Введение

Получение максимально возможного урожая сельскохозяйственных культур напрямую зависит от действия комплекса многочисленных факторов, важная роль среди которых принадлежит удобрениям. Главным отличием современных технологий является системное и точное выполнение технологических операций с целью получения продукции запланированного количества и качества, которые достигаются применением современных технологий.

Высокая эффективность удобрений отмечена только при применении их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических условий, особенностей питания отдельных культур, агротехники, свойств удобрений и других факторов [1].

В настоящее время отмечается эффективность некорневых подкормок, которые оказывают большое воздействие на растения, усиливают листовой аппарат, повышая его устойчивость к неблагоприятным факторам, увеличивают скорость роста и обеспечивают лучшее развитие растений, стимулируют раннее цветение и раннее формирование урожая, увеличивают общий объем урожая и повышают качество продукции [2]. В тоже время некорневые подкормки не могут в полной мере удовлетворить потребность растений в элементах минерального питания, но питательные вещества, которые попадают на листья, обеспечивают максимально быстрое поступление минеральных элементов внутрь растительных тканей и практически полностью усваиваются растением [3, 4].

Ряд исследований указывают, что на уровень питания плодовых и ягодных культур влияют биологические, метеорологические и агротехнические факторы [5–7].

Для достижения высокой продуктивности сельскохозяйственные растения нужно обеспечить питательными веществами в доступной форме и оптимальном количестве. Как их недостаток, так и избыток снижает урожайность и качество продукции. Рентабельность садоводства, зависит от применения рациональной системы удобрения с учетом биологических особенностей плодовых и ягодных культур, возраста сада, фазы развития растений, почвенных и погодных условий. Влияние некорневых подкормок на характер ростовых процессов плодовых и ягодных культур указывают исследования и других авторов [8–11].

Кальций является важным элементом в регуляции ряда процессов при росте и развитии растений. Этот элемент важен для обеспечения хорошей лежкости плодов и прочности их покровов [12].

В связи с этим целью исследований являлось изучение влияния комплексного кальцийсодержащего удобрения при внекорневом внесении на урожайность и качество плодов яблони и черной смородины.

Основная часть

Исследования проводили в 2021 г. в учебно-опытном саду и питомнике кафедры плодоовощеводства УО БГСХА. Основной особенностью погодных условий 2021 года являлись более высокие среднемесячные температуры в июне на 3,2 °С и июле на 4,2 °С по сравнению со средней многолетней. Начало лета было более засушливым на фоне высоких температур воздуха. В июне количество осадков составило 30 % от среднего многолетнего значения, а в августе, напротив, осадков было в 1,6 раза больше. Исследования проводили на сортах яблони осеннего срока созревания Ауксис, Лучезарное, Слава Победителям (подвой 54-118, схема размещения 4×2,5 м) в саду 2012 г. закладки и сортах смородины черной Титания, Клуссоновская на плантации 2017 г. посадки (схема размещения 3×0,5 м).

Опытный участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: для яблони – pH – 6,1, P_2O_5 – 223,0 мг/кг, K_2O – 219,0 мг/кг; для смородины черной – pH – 6,2, P_2O_5 – 228,0 мг/кг, K_2O – 234,0 мг/кг. В технологии ухода за культурой яблони и смородины черной придерживались отраслевых регламентов [13]. Борьба с сорной растительностью проводилась по мере отрастания сорняков. В рядах на смородине черной – вручную, на яблоне гербицидный пар в приствольной полосе (3 л/га Торнадо 500, ВР). В междурядьях – естественное залужение с подкашиванием 4 раза за сезон. По мере необходимости на яблоне проводилась борьба с вредителями (Рогор-С, КЭ – 1,0–1,5 л/га; Шарпей, МЭ – 0,2 л/га) и болезнями (Делан, 70 % в.г. – 0,6 кг/га, Топаз, КЭ – 0,3 л/га); на смородине черной проводилась борьба с вредителями (Рогор-С, КЭ – 1,2-1,6 л/га; Танрек, ВРК – 0,2 л/га) и болезнями (Скор, КЭ – 0,2 л/га, Топаз, КЭ – 0,3 л/га). На яблоне осенью 2020 г. вносили по 0,28 т/га суперфосфата аммонизированного 9–30 и калия хлористого. На смородине черной под вспашку (при закладке плантации) вносили по 0,2 т/га суперфосфата аммонизированного 9–30 и калия хлористого; в подкормку – 30 кг/га карбамида 18 мая 40 кг/га карбамида 10 июня.

В качестве источника макро-, микроэлементов и кальция на яблоне и смородине черной изучали удобрение Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП. Состав: N – 12 %, P_2O_5 – 11 %, K_2O – 22 %, CaO – 8 %, B – 0,01 %, Cu ЭДТА – 0,01 %, Fe ЭДТА – 0,02 %, Mn ЭДТА – 0,01 %, Mo ЭДТА – 0,005 %, Zn ЭДТА – 0,01 %.

Удобрение Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП (Cifo, Италия) готовится из компонентов высокой степени очистки полностью растворимых в воде и предназначено для применения во всех системах фертигации и для некорневых подкормок растений. Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП может использоваться на всех культурах для стимуляции сбалансированного вегетативного роста, оптимального увеличения плодов и повышения их качественных характеристик.

В контрольном варианте, на фоне рекомендованной отраслевым регламентом системы удобрений, исключали обработку солями кальция. В эталонном варианте, в связи с отсутствием в Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [14] аналога удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП, использовали комбинацию удобрений, наиболее близко повторяющих испытываемое. В качестве источника макро- и

микроэлементов применяли водорастворимые комплексные минеральные удобрения «Акварин» марки Акварин-5 и как источник кальция – Нитрат кальция (кальциевая селитра) марки Г производства ОАО «Буйский химический завод» (Россия).

Таким образом, схема опыта на яблони и смородине черной включала следующие варианты:

1. Контроль;
2. Акварин-5 (1,0–2,0 кг/га) + Нитрат кальция (0,3–0,6 кг/га);
3. Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП (1,0–2,0 кг/га).

Обработку проводили трехкратно в период роста плодов с интервалом 10–14 дней. В первую обработку использовали меньшую дозу удобрений, во вторую и третью – большую. Расход рабочей жидкости 500 л/га.

В работе придерживались основных положений методики полевого опыта [15] и методических указаний по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений [16]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена в программе Microsoft Excel. Изучаемые варианты опыта не оказали достоверного влияния на содержание растворимых сахаров в плодах сортов яблони и смородины черной.

Достоверное снижение титруемой кислотности плодов яблони наблюдалось у всех изучаемых сортов на 7,3–10,9 %, и в целом по опыту на 8,9 % при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1). Сходная ситуация отмечена при использовании удобрений эталонного варианта.

Таблица 1. **Качественные характеристики плодов и урожайность яблони**

Варианты опыта	Сорт (повторение)			Среднее
	Слава Победителям	Лучезарное	Ауксис	
Титруемая кислотность, %				
Контроль	0,64	0,55	0,49	0,56
Акварин-5 + Нитрат кальция	0,59	0,53	0,43	0,52
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	0,57	0,51	0,44	0,51
$НСР_{05}$	0,043	0,038	0,028	0,033
Средняя масса плода, г				
Контроль	128,3	135,5	108,2	124,0
Акварин-5 + Нитрат кальция	143,9	149,2	125,1	139,4
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	138,1	151,9	123,7	137,9
$НСР_{05}$	8,05	9,10	9,15	11,15
Максимальная масса плода, г				
Контроль	164,8	189,1	145,2	166,4
Акварин-5 + Нитрат кальция	172,2	199,0	159,4	176,9
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	180,8	188,8	159,8	176,5
$НСР_{05}$	11,51	$F_ф<F_{05}$	9,68	10,19
Урожайность, т/га				
Контроль	15,3	13,3	11,4	13,3
Акварин-5 + Нитрат кальция	16,1	13,1	11,7	13,6
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	16,6	13,7	11,8	14,0
$НСР_{05}$	1,14	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,67
Удельный выход плодов 1 товарного сорта, %				
Контроль	71,06	79,61	78,47	76,4
Акварин-5 + Нитрат кальция	76,38	85,12	78,47	80,0
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	81,13	86,03	78,66	81,9
$НСР_{05}$	4,762	5,572	$F_ф<F_{05}$	5,30
Плотность кожицы плодов, кг/см^2				
Контроль	6,5	10,2	12,7	9,8
Акварин-5 + Нитрат кальция	6,8	12,0	14,3	11,0
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП	7,2	11,1	15,5	11,3
$НСР_{05}$	0,53	0,85	0,94	0,67

При применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП и в эталонном варианте на всех испытуемых сортах и в среднем по опыту отмечалось статистически достоверное увеличение средней массы плода на 7,6–15,6 %. Максимальным это увеличение отмечено у сорта Ауксис на 15,6 и 14,3 % соответственно в эталонном варианте и при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП.

Увеличение максимальной массы плода на 14,2 и 14,6 г отмечено у сорта Ауксис соответственно при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8СаО, ВРП и в эталонном варианте. На 9,7 %

максимальная масса плода увеличилась у сорта Слава Победителям при использовании удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП.

По результатам исследований установлено, что некорневые подкормки испытуемым удобрением оказали достоверное влияние на увеличение урожайности в среднем по опыту (на 5,3 %) в опытном варианте по отношению к контролю. При применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП достоверно более высокая урожайность отмечена у сорта Слава Победителям на 1,3 т/га в опытном варианте по сравнению с контролем.

Применение удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП способствовало повышению товарности плодов яблони у сортов Слава Победителям и Лучезарное, а также в среднем по опыту. Выход плодов первого товарного сорта увеличился на 10,1, 6,4 и 5,5 процентных пункта соответственно, достоверно превысив контроль.

Плотность кожицы плода является важным параметром, характеризующим транспортабельные качества плодов, позволяет обеспечить продолжительный срок хранения и сохранения свежести плода. В проведенных исследованиях в зависимости от сорта при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП плотность кожицы плодов повысилась на 0,7–2,8 кг/см^2 или на 8,8–22,0 %. В среднем по опыту повышение данного показателя составило 1,5 кг/см^2 или 15,3 %. За исключением сорта Слава Победителям сходные результаты отмечены и при применении удобрений эталонного варианта.

У смородины черной титруемая кислотность ягод при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП снизилась на 0,08 и 0,07 процентных пункта соответственно (табл. 2). Достоверные снижения титруемой кислотности в опытном варианте отмечены у сорта Клуссоновская.

Таблица 2. **Качественные характеристики плодов и урожайность смородины черной**

Варианты опыта	Сорт		Среднее
	Титания	Клуссоновская	
Титруемая кислотность ягод, %			
Контроль	1,48	1,32	1,40
Акварин-5 + Нитрат кальция	1,45	1,20	1,33
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП	1,41	1,23	1,32
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,083	0,079
Средняя масса ягод, г			
Контроль	1,32	0,94	1,13
Акварин-5 + Нитрат кальция	1,39	1,00	1,20
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП	1,39	1,04	1,22
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,066	0,074
Максимальная масса ягод, г			
Контроль	1,58	1,10	1,35
Акварин-5 + Нитрат кальция	1,59	1,16	1,38
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП	1,58	1,17	1,38
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,067	$F_ф<F_{05}$
Урожайность, т/га			
Контроль	7,56	6,76	7,16
Акварин-5 + Нитрат кальция	7,85	7,13	7,49
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП	7,99	7,25	7,62
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,472	0,457
Плотность кожицы ягод, кг/см^2			
Контроль	5,39	4,23	4,81
Акварин-5 + Нитрат кальция	6,06	4,69	5,38
Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП	6,38	5,24	5,81
$НСР_{05}$	0,457	0,278	0,333

При применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП у сорта Клуссоновская отмечено статистически достоверное увеличение средней массы ягод по отношению к контролю на 10,6 % и в среднем по опыту на 8,0 %. Максимальная масса ягод смородины черной при учете урожая у сорта Клуссоновская увеличилась на 6,4 % до 1,17 г по сравнению с контрольным вариантом. Достоверных различий между в среднем по опыту при этом не отмечено. Урожайность ягод составила у сорта Клуссоновская от 6,76 т/га в контрольном варианте до 7,25 т/га при некорневой обработке удобрением Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП, у сорта Титания соответственно от 7,56 до 7,99 т/га. Урожайность в опытном варианте была достоверно более высокой и превысила контроль на 6,4 %

На основании полученных результатов отмечено положительное влияние удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП на увеличение плотности кожицы ягод на 20,8 %. При обработке растений смородины черной удобрением Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП плотность кожицы ягод

повысилась на 18,4 % у сорта Титания и на 23,9 % у сорта Клуссоновская соответственно до 6,38 и 5,24 кг/см^2.

Заключение

Некорневое применение комплексных минеральных удобрений (Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП) в указанных нормах расхода оказывает положительное влияние на показатели качества и урожайность сортов яблони и смородины черной.

Отмечено снижение титруемой кислотности плодов яблони и смородины черной на 8,9 и 5,7 % соответственно. Средняя масса плодов яблони увеличилась на 11,2 %, а ягод смородины черной на 8,0 %. Урожайность яблони увеличилась на 0,7 т/га, а смородины черной на 0,46 т/га.

Применение кальцийсодержащих удобрений способствовало повышению прочности кожицы плодов яблони и смородины черной на 1,5 и 1,0 кг/см^2 до 11,3 и 5,81 кг/см^2 соответственно.

По большинству изучаемых показателей при применении удобрения Идрофлорал Плюс 14-11-22+8CaO, ВРП отмечено проявление сортовой специфичности. У яблони большую отзывчивость на применение удобрения проявлял сорт Слава Победителям, а у смородины черной сорт Клуссоновская.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скорина, В. В. Влияние комплексных минеральных удобрений на урожайность и качество сортов яблони / В. В. Скорина // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 64–68.

2. Трунов, Ю. В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаборослых клоновых подвоях / Ю. В. Трунов – Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2003. – 188 с.

3. Влияние некорневых подкормок на функциональное состояние растений яблони / Н. Н. Сергеева [и др.]. – Высокоточные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод. – Краснодар: 2010. – С. 223–228.

4. Попова, В. П. Эффективность некорневых подкормок в яблоневых садах / В. П. Попова, Т. Г. Причко, И. И. Праля // Садоводство и виноградарство. – 2005. – № 2. – С. 3–5.

5. Кондаков, А. К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А. К. Кондаков // 2-е изд. – Мичуринск: ООО «Бис», 2007. – 328 с.

6. Метлицкий, З. А. Яблоня / З. А. Метлицкий, О. З. Метлицкий – М.: Колос, 2008. – 243 с.

7. Трунов, Ю. В. Минеральное питание клоновых подвоев и саженцев яблони / Ю. В. Трунов. – Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2004. – 175 с.

8. Бруйло, А. С. Изучение влияния некорневой внесения микроэлементов на рост и развитие яблони в плодоносящем саду / А. С. Бруйло, В. А. Самусь, О. И. Камзолова // Плодоводство: Научные труды Белорусский научно-исследовательский институт плодоводства. – Минск. 1999. – Т.12. – С. 85–90.

9. Самусь, В. А. Адаптивная интенсификация плодоводства в Беларуси / В. А. Самусь / Плодоводство: научн. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2004. –Т.16. – С. 7–15.

10. Сергеева, Н. Н. Применение специальных удобрений в интенсивных насаждениях яблони на юге России / Н. Н. Сергеева, Н. В. Говорущенко, А. А. Салтанов // Садоводство и виноградарство. – 2002. – №6. – С. 8–10.

11. Сергеева, Н. Н. Система удобрения яблони в интенсивных насаждениях / Н. Н. Сергеева // Садоводство и виноградарство. – 2006. – №1.– С. 8–9.

12. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.

13. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем, исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 520 с.

14. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

16. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2008. – 36 с.

УДК 633.521:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНОФОНДА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

М. А. ЛИТАРНАЯ, В. З. БОГДАН, Т. М. БОГДАН, С. А. ИВАНОВ

РУП «Институт льна»
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail: malarittaml@mail.ru

(Поступила в редакцию 14.02.2022)

Селекционная работа по льну-долгунцу направлена на создание не только высокопродуктивных, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов, но и обладающих стабильностью и пластичностью, что невозможно без привлечения мирового разнообразия культуры. Сбор генетических ресурсов льна, его оценка и использование в гибридизации служат основой для создания качественно новых сортов. Сосредоточением потенциала ценных генов льна-долгунца является генетический фонд, находящийся в РУП «Институт льна», который в настоящее время насчитывает 628 образцов из 34 стран мира. Важнейшей работой по систематизации накопленных данных по генетическим ресурсам является создание признаковых коллекций, которые охватывают весь диапазон изменчивости основных хозяйственных и биологических признаков культуры. За 2011–2020 гг. изучено 220 образцов льна-долгунца, дополнены признаковые коллекции по основным селекционно значимым признакам (раннеспелость, техническая длина стебля, масса 1000 семян, урожайность тресты, семян, волокна и содержание волокна) и сформированы признаковые коллекции по показателям качества длинного трепаного волокна (горстевая длина, цвет, гибкость, разрывная нагрузка, метрический номер, средний номер волокна, добротность пряжи). Перспективные образцы ежегодно вовлекаются в межсортовые скрещивания, в результате которых за период 2017–2022 гг. создано 7 сортов льна-долгунца, из них 6 (Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын, Эверест) включены в Государственный реестр Республики Беларусь и один (Августин) передан на государственное сортоиспытание. Полученные результаты послужат основой в обеспечении селекционного процесса исходным материалом при создании новых отечественных конкурентоспособных сортов, что в свою очередь будет способствовать расширению генетического потенциала культуры.

***Ключевые слова**: лен-долгунец, генофонд, генетические ресурсы, признаковая коллекция*

The breeding work on fiber flax is aimed at creating not only highly productive varieties, resistant to biotic and abiotic environmental factors, but also varieties with stability and plasticity, which is impossible without involving the world's diversity of crop. The collection of flax genetic resources, its evaluation and use in hybridization serve as the basis for creating qualitatively new varieties. The potential of valuable fiber flax genes is concentrated in the genetic fund, located in RUE «Institute of Flax», which currently has 628 samples from 34 countries of the world. The most important work in systematizing the accumulated data on genetic resources is the creation of collections of traits that cover the entire range of variability of the main economic and biological traits of a crop. In 2011–2020, 220 samples of fiber flax were studied, indicative collections were supplemented by the main selectively significant traits (early ripeness, technical length of the stem, weight of 1000 seeds, yield of straw, seeds, fiber and fiber content) and indicative collections were formed according to the quality indicators of long ragged fiber (handful length, color, flexibility, breaking load, metric number, average fiber number, yarn quality factor). Promising samples are annually involved in inter-varietal crossings, as a result of which in the period of 2017–2022 7 varieties of fiber flax were created, of which 6 (Rubin, Mayak, Dukat, Thaler, Altyn, Everest) are included in the State Register of the Republic of Belarus and one (Avgustin) is submitted for state variety testing. The results obtained will serve as a basis for providing the breeding process with source material for the creation of new domestic competitive varieties, which in turn will contribute to the expansion of genetic potential of the crop.

***Key words**: long-fiber flax, gene pool, genetic resources, feature collection.*

Введение

Лен-долгунец – важнейшая техническая культура, обладающая уникальными свойствами и возможностями для использования во многих отраслях промышленности Республики Беларусь. Значимость льна-долгунца возрастает в связи с тем, что он является единственным источником растительного сырья для текстильной промышленности, при этом сорт является наименее затратным средством повышения урожайности и качества льнопродукции, что определяет конкурентоспособность продукции и рентабельность отрасли [1].

Современное производство предъявляет к сортам льна высокие требования: они должны быть урожайными (по волокну и семенам), иметь волокно хорошего качества, отличаться устойчивостью к полеганию и болезням, быть приспособленными к местным климатическим условиям (скороспелость, устойчивость к засухе), а также отличаться по морфологическим признакам. Создание таких сортов невозможно без привлечения мирового разнообразия культуры [2].

Серьезной проблемой в селекции большинства сельскохозяйственных культур является их узкое генетическое разнообразие. Резкое сокращение естественных ареалов, а также сужение их полиморфизма вследствие поддержания в генбанках малыми по объему популяциями приводит к эрозии генофонда. С целью сохранения подлинности и поддержания генетической целостности генетические ресурсы растений хранятся в специализированных условиях – генных банках, которых во всем мире насчитывают более 1750. Они расположены на всех континентах и включают около 7,4 млн образцов, где на долю масличных и прядильных культур приходится по 2–3 %. Наибольшее количество образцов

льна находится во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР) и по состоянию на 2021 год насчитывает 6243 образца [3, 4].

Сосредоточением потенциала ценных генов льна-долгунца для создания новых сортов в Беларуси является генетический фонд, находящийся в РУП «Институт льна», который в настоящее время насчитывает 628 образцов из 34 стран мира. За период 2011–2020 гг. генетический фонд льна-долгунца пополнен более 150 сортообразцами различного эколого-географического происхождения. Сбор генетических ресурсов льна, его оценка, описание и хранение в соответствии с руководящими принципами и критериями международных организаций служат основой для создания новых конкурентоспособных сортов.

Важнейшей работой по систематизации генофондов хозяйственно значимых культур, оценке разнообразия собранных форм является создание признаковых коллекций. При этом признаковая коллекция призвана охватывать весь диапазон изменчивости основных хозяйственных и биологических признаков культуры [5, с. 52].

Цель исследований – изучение генетического разнообразия льна-долгунца, пополнение признаковых коллекций по основным хозяйственно ценным признакам и формирование признаковых коллекций по параметрам качества длинного трепаного волокна.

Основная часть

Исследования проводились на опытных полях РУП «Институт льна» согласно методическим указаниям по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [6], классификатору вида *Linum usitatissimum* L. [7]. Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по гидротермическому режиму, что позволило объективно изучить образцы льна-долгунца. Почва опытных участков для закладки коллекционных питомников дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м мореным суглинком, среднеобеспеченная по содержанию основных элементов питания и гумуса.

В результате анализа проявления селекционно значимых признаков у коллекционных образцов льна-долгунца в период с 2011 по 2013 годы были выделены источники хозяйственно ценных признаков и сформированы на их основе признаковые коллекции с низкой или высокой выраженностью признака для селекции [8, 9].

Ежегодное поступление и изучение нового исходного материала льна-долгунца требует определенной систематизации полученных данных. За период 2014–2020 гг. было изучено 102 образца льна-долгунца, которые различались по периоду вегетации, урожайности тресты и семян, качеству волокна, массе 1000 семян, устойчивости к полеганию и другим признакам. Анализ полученного материала позволил выделить генотипы, значительно превосходящие контроли, что позволило сформировать признаковые коллекции и дополнить уже имеющиеся (табл. 1).

Таблица 1. **Признаковые коллекции льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам, 2014–2020 гг.**

Признак		Название образца	Градация признака
Раннеспелость		ВИР-12, ВИР-17, ВИР-14, 363-4, В-154, ВИР-13, Тост 1, В-192, В-150, Снежок, Нестерка, ВИР-15, Поліській 4, Добрыня, 341, Varsailles с (47-4) 80, Цезарь	66,0–77,0 дней
Техническая длина стебля		China 1 TMP1919, Смоленский 1051, Heiya 8, Vivea, Heiya 12, Талер, Сальдо х Родник, Heiya 14, Drakkar, Лада (РБ), Heiya 13	79,5–89,0 см
Урожайность	тресты	Heiya 13, Heiya 12, Лада (РБ), Heiya 14, Талер, Aramis, Мираж, Vivea, Eden	556,6–637,3 г/м^2
	общего волокна	Vivea, Evea, Aramis, Eden, Novea, Талер, Лада (РБ), Лада (РФ), Мара, Xinying 2	161,2–195,5 г/м^2
	длинного волокна	Vivea, Evea, Novea, Eden, Талер, Drakkar, Мара, Тонус, Alizee, Лада (РБ), Aramis, Александрит, Норд, Грант, Лада (РФ)	121,6–175,6 г/м^2
	семян	Орион, Лидер, В-145, 48041 Lands berger St 2297, В-124, 341, 47835(CSD-207), Зоря 87, Heiya 14, 363-4, Стодолищенский, Сінільга, В-164	100,9–124,6г/м^2
Содержание	общего волокна	Evea, Персей, Vivea, Цезарь, Eden, Добрыня, Тонус, Novea, Лада (РФ), Дипломат, Норд, Парус, Александрит, Aramis	32,2–36,1 %
	длинного волокна	Vivea, Evea, Цезарь, Добрыня, Alizee, Норд, Novea, Тонус, Дипломат, В-154, Drakkar, В-192, Парус, Eden, Александрит, Сурский, Грант, Мара	25,5–31,0 %
Масса 1000 семян		Aramis, Heiya 12, Eden, Heiya 13, Xinying 2, Kaliakra, В-144, Лада (РФ), Л-35-4-5-1-2, SV 661654(79-39725), Heiya 14, Evea, Орион, Lino de fibra	5,55–6,20 г
Устойчивость к полеганию		Eden, Александрит, Лада (РФ), Памяти Крепкова, Xinying 2, Орион, В-178, Heiya 13, Heiya 14, Призыв 81, Heiya 12, В-144, Л-35-4-5-1-2, Грант, Стодолищенский, Evea, Alizee, Drakkar, Novea, Vivea, Varsailles с (47-4) 80	5,0 балла

Исходя из потребности промышленного сектора производства, важнейшей задачей селекции является создание сортов с высокими прядильными свойствами льноволокна. Как правило, прядильная способность зависит от прочности, гибкости и тонины волокна. Зная эти три показателя, можно судить о прядильной способности волокна селекционного образца. Однако результирующим показателем является номер волокна, чем он выше, тем добротнее получается пряжа, и выше ее потребительские качества, от которых зависит спрос на получаемую продукцию. Именно поэтому важным является изучение генетического фонда льна-долгунца и поиск исходного материала для селекции на качество.

Для создания признаковых коллекций по качеству длинного трепаного волокна (горстевая длина, цвет, гибкость, разрывная нагрузка, тонина, расчетный номер и добротность пряжи) был проанализирован коллекционный материал, включающий 220 образцов льна-долгунца различного эколого-географического происхождения, начиная с 2011 года. Формирование проводилось исходя из принципа подбора образцов с высокой выраженностью признака (табл. 2).

Таблица 2. **Признаковые коллекции льна-долгунца по показателям качества длинного трепаного волокна, 2011–2020 гг.**

Признак	Название образца	Градация признака
Горстевая длина	Л-1120, Гамма, Глінум, Rod 829, Bertelin, С-108, Мрія, донор устойчивости к фузариозу из К-6746 Аояги, Глазур, К-6, ВНИИЛ-9, Silva, CL.1016, AP 4, Поліській 5, SV 62128(80-41014), Drakkar	62,0–65,7 см
Цвет	Hercules, Глухівській юбілейный, ВНИИЛ-8, К-07-107, nameless (70), Wonder, L. Sussex, Тімірязівець, Каменяр, Cebeco 7411 NL, Engelum 51 VII, Текурдаг, 3940/19, 4.911-4-l8, Велижский кряж (25), Львовскій 7	4 группа
Гибкость	В-14, К-07-107, В-124, ВИР-17, Текурдаг, nameless (26), Львовскій 8, Мрія, 48041 Lands berger St 2297	51,7–61,7 мм
Разрывная нагрузка	Hareskorgaard 75/16, Глінум, Гамма, Hercules, № 881 Concurent, 363-4, ВНИИЛ-9	281,7–302,0 Н
Метрический номер (тонина)	nameless (43), nameless (22), Текурдаг, К-07-107, донор устойчивости к фузариозу из К-6746 Аояги, Сел. Альтгаузена, Т-10×Л-1120, J. Lord, Уругвай×1288/12, Г-4496,	240,4–297,9 мм/мг
Расчетный номер длинного трепаного волокна	Гамма, Мрія, Hercules, Л-1120, К-07-107, Hareskorgaard 75/16, nameless (70), ВНИИЛ-9, К-6, донор устойчивости к фузариозу из К-6746 Аояги, Текурдаг, Koket, Оршанский 2, Bertelin, Глухівській юбілейный, Глазур, ВНИИЛ-8, С-108, Глінум, Персей, Luzacija	12,0–13,0
Добротность пряжи (ОРНр)	К-07-107, Текурдаг, Сел. Альтгаузена, Мрія, Hercules, nameless (26), Hareskorgaard 75/16	15,1–16,1 сН/текс

Среди вышеперечисленных образцов встречаются генотипы, которые способны сочетать в себе комплекс хозяйственно ценных признаков с качеством длинного трепаного волокна. Это такие образцы, как Л-1120, Гамма, Глінум, Rod 829, Bertelin, С-108, Мрія, Глазур, Silva, Drakkar, К-07-107, Hareskorgaard 75/16, Персей, Luzacija, которые целесообразно использовать в селекционном процессе в качестве компонентов скрещивания.

Формирование признаковых коллекций позволяет комплексно использовать биологический потенциал культуры при создании качественно новых отечественных сортов. Большинство проанализированных образцов льна-долгунца ежегодно вовлекается в межсортовые скрещивания с целью получения нового селекционного материала, что способствует расширению генетического потенциала культуры (табл. 3).

Таблица 3. **Использование генофонда льна-долгунца в создании нового селекционного материала, 2016–2021 гг.**

Годы	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Проведено скрещиваний, шт.	113	127	164	160	141	143
Использовано образцов:						
белорусской селекции, шт.	6	9	12	7	2	3
зарубежной селекции, шт.	13	11	93	11	13	12

Результатом использования генетических ресурсов льна-долгунца за последнюю пятилетку стало создание в РУП «Институт льна» 7 сортов льна-долгунца, из них 6 (Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын, Эверест) включены в Государственный реестр Республики Беларусь [10] и один (Августин) передан на государственное сортоиспытание.

Заключение

Генофонд льна-долгунца РУП «Институт льна» характеризуется наличием разнообразных форм, выделенных по ряду морфологических, биологических и адаптивных признаков, имеющих селекционное и хозяйственное значение. Для целей практической селекции дополнены и обновлены признаковые

коллекции по основным селекционно значимым признакам, сформированы признаковые коллекции льна-долгунца с высокой выраженностью показателей качества длинного трепаного волокна.

Полученные результаты послужат основой в обеспечении селекционного процесса исходным материалом при создании новых отечественных конкурентоспособных сортов, что в свою очередь будет способствовать увеличению генетического потенциала культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попеляева, Н. Н. Лён-долгунец в низкогорьях Горного Алтая: монография / Н. Н. Попеляева, Ю. П. Штабель // Горно-Алтайский госуниверситет. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2014. – 119 с.

2. Софронова, Е. С. Оценка новых поступлений коллекционных образцов льна как исходного материала для селекции в Волго-Вятском регионе: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Е. С. Софронова; ФГБОУ ВПО «Вятская гос. с.-х. акад. – Немчиновка, 2012. – 18 с.

3. Криохранение семян: итоги и перспективы / Отв. ред. И. Ф. Жимулёв, Н. Г. Соломонов, В. А. Соколов; Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН, Ин-т молекулярной и клеточной биологии СО РАН. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014 – 112 с.

4. Коллекция генетических ресурсов льна Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова / Е. А. Пороховинова [и др.] // Письма в вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 7, № 2. – С. 75–90.

5. Комар-Тёмная, Л. Д. Характеристика признаковой коллекции хеномелеса (Chaenomeles Lindl.) / Л. Д. Комар-Тёмная // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. – 2018. – № 20 – С. 52–64.

6. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum L.*) / В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2011. – 13 с.

7. Классификатор льна (*Linum usitatissimum* L.) // В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2012. – 14с.

8. Иванова, Е. В. Генофонд льна как основа селекционной работы / Е. В. Иванова, Е. Л. Андроник, М. Е. Маслинская // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 4. – С. 86–90.

9. Создать национальную базовую, активную рабочую и целевые признаковые коллекции генетических ресурсов льна, обеспечить их описание, документирование и рациональное использование в селекционных и исследовательских целях: отчет о НИР / РУП «Институт льна» ; рук. В. З. Богдан. – Устье, 2013. – 17 с. – № ГР 20114838

10. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород 2021 / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», Министерство с./х. и продовольствия Республики Беларусь; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2021. – С. 46–47.

УДК 633.11:664.64:581.5

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ СЕМЯН И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО УНИВЕРСИТЕТА СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА (КНР)

А. Н. ИВАНИСТОВ, Ю. Л. ТИБЕЦ, С. В. ЕГОРОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ivanistov09@mail.ru

БАЙЛИ ФЕНГ

Северо-западный университет сельского и лесного хозяйства,
Провинция Шэнси, КНР, e-mail: fengbaili@nwafu.edu.cn

(Поступила в редакцию 21.02.2022)

Дальнейшее повышение производства зерна невозможно без обширного и полного применения последних достижений науки, где ведущая роль, бесспорно, принадлежит новым сортам и их хозяйственно-ценным признакам. В данное время селекционеры все больше уделяют внимания адаптивной селекции озимой пшеницы, то есть, применяя пластичность вида, основывают сорта с обширной приспособительной реакцией на меняющиеся условия внешней среды [1].

Впервые в условиях северо-восточной части Беларуси проводится экологическое испытание современных высокопродуктивных сортов пшеницы китайской селекции. В статье представлены результаты оценки посевных качеств семян, показателей качества зерна и наличия селекционно-ценных компонентов методом электрофоретического анализа у сортов пшеницы китайского происхождения в сравнении с сортами пшеницы районированным в Республике Беларусь.

Зерно китайской пшеницы обладало высокими посевными качествами, превосходило превосходила по содержанию сырой клейковины районированные сорта. Этот показатель был в диапазоне 35,73–36,80 %, что соответствует высшему классу продовольственного зерна. Электрофоретический спектр запасных белков пшеницы КНР имеет сочетания селекционно-ценных позиций компонентов и представляет интерес для селекционных целей.

Ключевые слова: *всхожесть, посевная годность, натура зерна, клейковина, белок, показатель седиментации, селекционно-ценные компоненты.*

A further increase in grain production is impossible without extensive and complete application of the latest achievements of science, where the leading role undoubtedly belongs to new varieties and their economically valuable traits. At present, breeders are increasingly paying attention to the adaptive selection of winter wheat, that is, using the plasticity of the species, they establish varieties with an extensive adaptive response to changing environmental conditions.

For the first time in the conditions of the north-eastern part of Belarus, an ecological test of modern highly productive wheat varieties of Chinese breeding is being carried out. The article presents the results of assessing the sowing qualities of seeds, indicators of grain quality and the presence of selection-valuable components by electrophoretic analysis in wheat varieties of Chinese origin in comparison with wheat varieties zoned in the Republic of Belarus.

The grain of Chinese wheat had high sowing qualities, exceeded the zoned varieties in terms of raw gluten content. This indicator was in the range of 35.73–36.80 %, which corresponds to the highest class of food grains. The electrophoretic spectrum of storage proteins of Chinese wheat has combinations of selection-valuable positions of the components and is of interest for breeding purposes.

Key words: *germination, sowing suitability, grain size, gluten, protein, sedimentation index, selection-valuable components.*

Введение

В Республике Беларусь среди зерновых хлебов ведущее место принадлежит пшенице, которая остается главным источником обеспечения населения продовольственным зерном в ближайшие годы и в перспективе. Наиболее распространенной в производственных посевах в нашей республике и в мире является пшеница мягкая (*Triticum aestivum L.*).

Благодаря работе белорусских селекционеров и аграриев мы выращиваем достаточное количество пшеницы с клейковиной более 28 %, пригодной для производства макаронных изделий и пшеничной муки высшего сорта. Это позволило сократить импорт твердой пшеницы для продовольственных целей до 100 тыс. тонн. Тем не менее для обеспечения продовольственной безопасности и снижения импорта необходимо увеличение урожайности пшеницы и повышение качества зерна.

Для решения этого вопроса перспективными направлениями являются: экологическое испытание сельскохозяйственных культур и оценка их адаптивности; инновации в селекционном процессе при создании новых сортов; обмен исходным материалом для селекции пшеницы.

Все это свидетельствует об актуальности и целесообразности исследований по интродукции пшеницы в Беларуси. Обеспечение производства сырьевым зерном пшеницы позволит решить проблему импортозамещения готовой продукции и повысит конкурентоспособность отечественных производителей.

Перед селекционерами Беларуси остро встает задача повышения эффективности и сокращения сроков селекции, для решения которой необходимы фундаментальные исследования по изучению

имеющегося исходного материала культуры, созданию новых рекомбинантных форм, выявлению эффективных критериев отбора ценных генотипов на ранних этапах оценки, а также внедрение новых методов и схем совершенствования селекционно-семеноводческого процесса [2, 3].

В рамках подписанного соглашения о сотрудничестве между академией и Северо-Западным университетом сельского и лесного хозяйства (КНР) в УО БГСХА был создан агротехнопарк. Основными направлениями деятельности которого являются: экологическое испытание сельскохозяйственных культур и оценка их адаптивности; инновации в селекционном процессе при создании новых сортов; обмен исходным материалом для селекции пшеницы.

В сентябре 2019 г. китайская сторона предоставила семена пшеницы. В 2020–2021 гг. проводилось экологическое испытание сельскохозяйственных культур. В условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» изучались районированные в Республике Беларусь сорта пшеницы и пшеница, предоставленная Северо-Западным университетом сельского и лесного хозяйства (КНР).

Основная часть

Испытание селекционного материала нужно проводить на разных этапах работы. В связи с этим одна из задач экологического испытания заключалась в том, чтобы сделать оценку основных показателей качества зерна пшеницы китайского происхождения в сравнении с сортами пшеницы районированным в Республике Беларусь и вынести решение о целесообразности использования данного материала в селекционном процессе. Оценка качества зерна и электофоретический анализ были произведены в аккредитованной испытательной лаборатории качества семян УО БГСХА, соответствующей критериям системы аккредитации Республики Беларусь и международным требованиям по ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

В качестве контроля использовались районированные сорта: в 2020 г. сорт Любава белорусской селекции, в 2021 г. сорт Мандарина немецкой селекции.

Показатели качества семян китайской пшеницы перед посевом в 2020 г. представлены в табл. 1. Энергия прорастания, % – способность семян сельскохозяйственных культур к быстрому дружному прорастанию. Определяется одновременно со всхожестью. Энергия прорастания семян характеризует дружность появления нормальных проростков за срок, установленный для каждой культуры. Чем больше энергия прорастания семян, тем быстрее и дружнее появляются всходы после посева [4]. В качестве ложа для проращивания семян использовали увлажненную фильтровальную бумагу в виде кружочков, которые помещали в чашки Петри. Для увлажнения бумагу погружали в воду и держали до полной влагопроницаемости, а затем вынимали и давали стечь избытку воды. Анализ энергии прорастания показал, что семена пшеницы обладали высокой энергией прорастания 92,8 %. Показатель говорит о высокой вероятности получения дружных всходов и в полевых условиях.

Таблица 1. **Посевные качества семян**

Имя образца	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Посевная годность, %	Поврежденность зародыша, %	Поврежденность эндосперма, %	Зараженность патогенами, %	Зараженность вредителями, %
Пшеница КНР (до посева)	92,8	95,7	97,4	1,27	2,63	3,0	Не обнаружено

Под всхожестью семян понимают количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах. Лабораторная всхожесть составила 95,7 %, а посевная годность 97,4 %. Поврежденность зародыша была 1,27 %, эндосперма 2,63 %. Зараженность патогенами не превышала 3 %, вредителей в семенном материале китайской пшеницы не обнаружено. Все вышеперечисленное подтверждает высокое качество семенного материала. После уборки нами были проанализированы показатели качества зерна сортов пшеницы урожая 2020 г. и пшеницы, полученной из КНР (табл. 2).

Таблица 2. **Показатели качества зерна**

Имя образца	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л	Зола, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Зелени, мм	Белок, %
Пшеница КНР (до посева)	34,45	784,7	1,66	36,53	64,94	39,13	14,21
Пшеница КНР (2020 г.)	36,53	703,7	1,42	35,73	83,7	37,69	14,41
Пшеница КНР (2021 г.)	42,5	726,1	1,44	36,80	72,7	50,9	14,3
Контроль 1 (Любава)	34,2	667,25	1,066	27,26	111,5	46,49	15,61
Контроль 2 (Мандарина)	41,5	715,7	1,43	31,1	96,1	35,0	13,7

ИДК, ед – измеритель деформации клейковины; Зелени, мм - показатель SDS – седиментации.

Масса 1000 зерен характеризует крупность зерна, а также его плотность: чем крупнее зерно и чем оно более выполнено, тем больше его масса. Натурной массой называют массу 1 л зерна, выраженную в граммах. Этот показатель тесно связан с выполненностью и плотностью зерна, а также его крупностью и

формой [4]. Масса 1000 зерен у изучаемых сортов находилась в пределах от 34,2 г (сорт Любава) до 42,5 г (пшеница КНР, 2021 г.) в 2020 г. масса 1000 зерен китайской пшеницы была несколько ниже – 36,53 г.

Наибольшую натурную массу зерна имел сорт пшеницы КНР до посева 784,7 г/л, тогда как при пересеве этот показатель несколько ухудшился. Так в 2020 г. натура зерна составила 703,7 г/л, в 2021 г. – 726,1 г/л. У сорта Любава натурная масса была 667,25 г/л, у сорта Мандарина – 715,7 г/л.

Пшеница китайского происхождения отличалась высоким процентом золы 1,44–1,66 %. у районированных сортов этот показатель составил 1,066–1,43 %. Массовая доля сырой клейковины в пшеничном зерне варьирует от 7 до 50 %. Содержание клейковины в муке считается высоким, если ее массовая доля (в сыром виде) достигает 28 %. Содержание клейковины в зерне в основном зависит от сорта пшеницы и от условий ее выращивания. В условиях пониженных температур клейковины в зерне накапливается меньше. Содержание клейковины в зерне мягкой пшеницы 36 % и более соответствует высшему классу продовольственного зерна; 32 % – 1-му классу; 28 % – 2-му; 23 % – 3-му; ниже 23 до 18 % – 4-му классу, менее 18 % – 5-му. Большое значение придается качеству клейковины, которое является в основном сортовым признаком [1, 5].

Пшеница из КНР превосходила по содержанию сырой клейковины районированные сорта. Этот показатель был в диапазоне 35,73–36,80 %, что соответствует высшему классу продовольственного зерна. У сорта Любава содержание сырой клейковины составило 27,26 %, у сорта Мандарина –31,1 %. Качество клейковины определяется с помощью прибора *ИДК (Измеритель Деформации Клейковины),* способного измерять упругость сырой клейковины. Результат измерений качества клейковины выражается в условных единицах ИДК.

При надавливании образец слабой клейковины легко деформируется (сплющивается). Слабая клейковина характеризуется плохой эластичностью, поэтому она сильно растягивается. После растяжения форма образца не восстанавливается. Тесто из муки со слабой клейковиной обладает слабой формоустойчивостью и сильно расплывается. Под воздействием углекислого газа, выделяемого дрожжами, тесто из муки со слабой клейковиной быстро поднимается, а затем опадает и уже не восстанавливает свой объем. Мука со слабой клейковиной доставляет множество хлопот хлебопеком. Изделия из такой муки получаются низкого объема, расплывчатой формы с плохой пористостью [1, 2].

Согласно ГОСТ 27839-88, деформация хорошей клейковины, измеренная на приборе ИДК должна находиться в пределах от 55 до 75 единиц. Чем больше значение ИДК, тем слабее клейковина.

Клейковина с ИДК 50-35 (для муки 2 сорта с ИДК 50-40) считается удовлетворительно крепкой, а с ИДК 80-100 удовлетворительно слабой. С мукой, содержащей такую клейковину, при правильном подходе еще можно работать. При переработке муки со слабой клейковиной необходимо использовать приемы, направленные на ее укрепление, а при переработке муки с излишне крепкой клейковиной – приемы, способствующие ее ослаблению.

Если ИДК клейковины ниже 30 (для муки 2 сорта ниже 35) или выше 105, то качество клейковины считается неудовлетворительным. Из муки с такой клейковиной нормальный хлеб испечь не удастся.

Лучшим качество клейковины было у пшеницы, выращенной в КНР – 64,94 ед. В наших условиях у сорта из КНР показатель ИДК ухудшился и составил 83,7 ед. в 2020 г. и 72,7 ед. в 2021 г. Этот же показатель у сорта Любава с был 111,5 ед. у сорта Мандарина – 96,1 ед.

Показатель седиментации: число, показывающее объем осадка, полученного при определенных условиях из суспензии испытуемой муки, выработанной из пшеницы, в растворе молочной кислоты и изопропилового спирта (пропанол-2), в соответствии с требованиями стандарта.

Метод, известный как «седиментационный анализ по Зелени», применяется для оценки одного из показателей, определяющих качество пшеницы с точки зрения хлебопекарной силы муки, которую можно получить из этого зерна. У пшеницы китайского происхождения этот показатель составил 37,69–50,9 мм. У районированных сортов показатель был 35,0–46,49 мм.

Максимальное содержание белка отмечалось у пшеницы сорта Любава – 15,61 %. У пшеницы китайской селекции содержание белка на протяжении двух лет исследований находилось в пределах 14,21–14,41 %. В эндосперме зерна пшеницы два основных запасных белка – глиадин и глютенин образуют клейковину, которая играет исключительно важную роль в процессе формирования пшеничного теста и определяет его хлебопекарные качества [5, 6]. Содержание белковых фракций в % от общего белка у пшеницы китайского происхождения представлено на рис. 1. Содержание глютеинов составляло 5,33 %, глиадинов – 4,98 %, глобулинов – 3,24 %, альбуминов – 0,75 %.

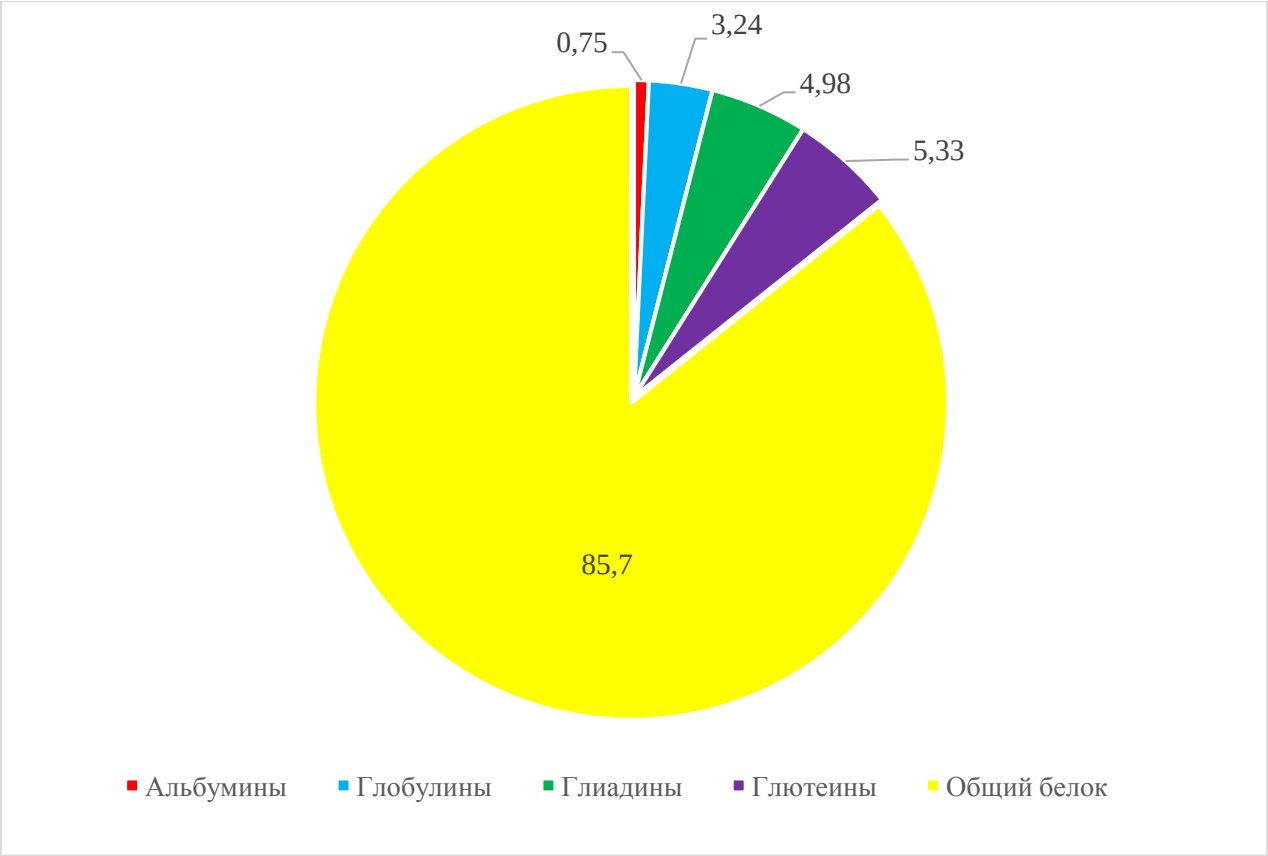


Рис. 1. Содержание белковых фракций в % от общего белка

Оценка внутренней структуры сортов с использованием белковых маркеров семян, формирование сортовых белковых формул проводились, согласно методике испытаний ISO 8981:1993(E), «Пшеница – идентификация сортов с помощью электрофореза». Объектом испытаний являлась пшеница селекции Северо-Западным университетом сельского и лесного хозяйства (КНР).

Для точной оценки дифференцирующих позиций (зон) спектра, оценки молекулярных масс белков использовались стандартные маркер-растворы белков «Thermo Scientific»- Unstained Protein Ladder (диапазон 5-112 кДа, число идентифицируемых белков – 11).

Оценка пшеницы позволила установить характер внутренней полиморфности генотипов, обусловленный разным числом биотипов, их частотами встречаемости в сортовой популяции и сформировать сортовую белковую формулу.

Полученные электрофоретические спектры индивидуальных семян были разделены на группы, имеющие одинаковый компонентный состав, т. е. на биотипы. К одному и тому же биотипу отнесены белковые спектры с идентичным компонентным составом (как по подвижности, так и по степени интенсивности), а также спектры, незначительно отличающиеся по интенсивности отдельных компонентов.

Основываясь на данных критериях идентификации белковых биотипов [7–9], в ходе исследований были установлены четкие отличительные позиции при сравнении биотипов внутри отдельного сорта. Данные отличия выражались как в разной степени интенсивности белковых полос спектра, так и включением нового, ранее не проявлявшегося, сочетания позиций в спектре (табл. 3).

Таблица 3. **Критерии внутренней гетерогенности сортов пшеницы и число компонентов по отличительным позициям**

Сорт	Число биотипов, ед.	Число маркеров биотипа, ед.	Содержание основного биотипа, %	Число селекционно-ценных маркеров (по ПААГ) в сорте	Уникальные позиции компонентов	
					Количество	%
Пшеница КНР (2020 г.)	3	4	60,0	6	4	11,7
Пшеница КНР (2021г.)	2	5	85,0	6	4	15,2

Количество биотипов у китайской пшеницы в результате выращивания на протяжении двух лет и адаптации к природно-климатическим условиям северо-восточной части Беларуси сократилось с 3 до 2, возросло с 60 до 85 % содержание основного биотипа. При этом число селекционно-ценных маркеров в сорте (6) и количество уникальных компонентов (4) осталось неизменным.

Заключение

Лабораторные анализы подтверждают высокое качество семенного материала китайской пшеницы, который обеспечил урожай зерна яровой пшеницы в 2020–2021 гг. с высокими качественными показателями: натурной массой зерна 703,7 г/л – 726,1 г/л, процентом золы 1,44–1,66 %; содержание сырой клейковины было в диапазоне 35,73–36,80 %, причем клейковина отличалась хорошим качеством, что подтверждалось такими показателями, как ИДК (72,7–83,7 ед.) и «седиментационный анализ по Зелени» (37,69–50,9 мм).

Содержание белка на протяжении двух лет исследований находилось в пределах 14,21–14,41 %. Содержание глютеинов составляло 5,33 %, глиадинов – 4,98 %, глобулинов – 3,24 %, альбуминов – 0,75 %.

При выполнении электрофоретического анализа пшеницы из КНР на протяжении двух лет исследований, в результате экологической адаптации, установлено сокращение количества биотипов при сохранении количества уникальных и селекционно-ценных позиций компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качественные показатели зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы / Н. С. Кравченко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5 – С. 6–10.

2. Кулинкович, С. Н. Озимая пшеница в вопросах и ответах / С. Н. Кулинкович, В. С. Бобер. – Минск, 2012 – 320 с.

3.Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / В. В. Шелепов [и др.]; под ред. В. В. Шелепова. – Мироновка, 2004. – 526 с.

4. Посевные качества и урожайные свойства семян: учебно-методическое пособие / В. Г. Таранухо [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009 – 64 с.

5. Егоров, С. В. Изменчивость структуры сортов в аспектах использования для оценки качества семян / С. В. Егоров, Н. А. Дуктова // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 2. – С. 125–131.

6. Абугалиева, А. И. Компоненты глиадина и субъединицы глютеина в селекции пшеницы на качество зерна: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. И. Абугалиева; Каз. НИИ земледелия им. В. Р. Вильямса. – Алмалыбак, 1994. – 50 с.

7. Сеитова, А. М. Биотипный состав и блоки компонентов глиадина у мягкой пшеницы Богарная 56 / А. М. Сеитова, Е. В. Метаковский, А. А. Созинов // Цитология и генетика. – 1986. – Т. 20. – № 3. – С. 196–201.

8. Cooke, R. J. Modern methods for cultivar verification and trangenetic plant challenge / R.J. Cooke // 25th International seed Testing Congress: Abstracts, Pretoria, April 15–24, 1998 / ISTA. – Zurich, 1998. – P. 9–10.

9. Пенёва, Т. И. Белковые маркеры в анализе генетической стабильности сортов пшеницы, содержащих хроматин 1R / Т. И. Пенёва, О. П. Митрофанова, А. В. Конарев // Аграрная Россия. – 2002. – № 3. – С. 35–40.

УДК: 635.64:631.544

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА У РАСТЕНИЙ САЛАТА НА СУБСТРАТАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ЗИМНИХ ТЕПЛИЦАХ

И. П. КОЗЛОВСКАЯ, Е. А. САКОВА

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: k_irina@tut.by

(Поступила в редакцию 04.03.2022)

Перед тепличным комплексом республики Беларусь стоит задача самообеспеченности страны овощной продукцией в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды при увеличении ее ассортимента. В зимних теплицах расширяется производство листового салата (Lactuca sativa L.), который реализуется в виде живых растущих в горшочках растений, что позволяет сохранить и донести до потребителя всю биологическую и питательную ценность продукта. В 2021 году в зимних теплицах республики производство салата листового составило 320,45 тонн. При выращивании салата разработка состава субстратов для промышленного производства является одним из основных направлений совершенствования технологических приемов. Разработаны составы субстратов на основе торфа с добавками сапропеля, агроперлита и керамзита. Для оценки качества растений салата, выращенных на субстратах различного состава, определяли наряду с количеством сформированных листьев их площадь и общую площадь листового аппарата. Площадь листьев растений определяли с помощью компьютерной программы, которая путем идентификации изображений позволяет оперативно с высокой точностью определить площадь листа. Использование этой программы дает возможность обработать большой массив материала и избежать искажений результатов, которые неизбежно возникают при работе традиционными методами с быстро увядающими растениями. Установлено, что использование торфяных субстратов с добавками сапропеля (25 %), в сочетании с агроперлитом (25 %) или керамзитом (25 %) при производстве салата листового в зимних теплицах методом проточной гидропоники обеспечивает формирование листового аппарата растений, площадь которого на 7,8–6,6 % больше, чем на торфяном субстрате.

***Ключевые слова**: тепличное овощеводство, салат листовой, проточная гидропоника, субстраты, площадь листового аппарата.*

The greenhouse complex of the Republic of Belarus is faced with the task of self-sufficiency of the country with vegetable products in the late autumn, winter and early spring periods with an increase in its range. In winter greenhouses, the production of leaf lettuce (Lactuca sativa L.) is expanding, which is sold as live plants growing in pots, which makes it possible to preserve and convey to the consumer all the biological and nutritional value of the product. In 2021, the production of leaf lettuce in the winter greenhouses of the republic amounted to 320.45 tons. When growing lettuce, the development of the composition of substrates for industrial production is one of the main directions for improving technological methods. Compositions of substrates based on peat with additions of sapropel, agroperlite and expanded clay have been developed. To assess the quality of lettuce plants grown on substrates of various compositions, along with the number of formed leaves, their area and the total area of the leaf apparatus were determined. The area of plant leaves was determined using a computer program, which, by identifying images, allows you to quickly determine the area of the leaf with high accuracy. The use of this program makes it possible to process a large array of material and avoid the distortion of results that inevitably arise when working with rapidly fading plants using traditional methods. It has been established that the use of peat substrates with the addition of sapropel (25 %), in combination with agroperlite (25 %) or expanded clay (25 %) in the production of leaf lettuce in winter greenhouses by the method of flow hydroponics ensures the formation of a leaf apparatus of plants, the area of which is 7.8–6.6 % more than on peat substrate.

***Key words**: greenhouse vegetable growing, leaf lettuce, flow hydroponics, substrates, area of the leaf apparatus.*

Введение

Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь определяет стратегию устойчивого обеспечения населения продовольствием до 2030 года. В рамках ее реализации стоит задача создания социально-экономических условий для поддержания потребления основных продуктов питания на рациональном уровне [1]. Тепличное овощеводство, как самая передовая и технологически сложная отрасль растениеводства, призвана, наряду с эконмическими, решать и социальные задачи. Учитывая нестабильность рынка овощей, а также устойчивый рост спроса и возрастающие объёмы конкурентоспособной импортной продукции, обеспечение потребности населения республики в разнообразных, качественных и доступных овощах является весьма актуальной социальной и экономической задачей, результаты решения которой зависят от эффективности функционирования тепличного комплекса [2].

Тепличный комплекс Республики Беларусь – это крупные агропредприятия с широким ассортиментом продукции. В 2021 году на площади 243,67 га зимних теплиц было произведено 109293,8 тонн овощей, основная часть которых поступила в продажу во внесезонный период. Произведенная продукция нашла своего потребителя в основном на внутреннем рынке, экспорт составил 11304,1 тонн. Тем не менее по-прежнему стоит вопрос самообеспеченности страны овощной продукцией в зимне-весенний, позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды при расширении их ассортимента.

За счет внедрения современных технологий в республике производятся не только традиционные тепличные культуры – огурец и томат, расширяется производство зеленных культур, в первую очередь листового салата [3, 4]. Так, в 2021 году в зимних теплицах его производство составило 320,45 тонн, продукция которого реализована на внутреннем рынке.

Популярность салата обусловлена тем, что он просто незаменим в кулинарии – его листья добавляют в овощные салаты и закуски, а также используют в качестве украшения для блюд. В 100 г листьев салата содержатся: белки – 1,36 г, жиры – 0,15 г, углеводы – 2,87 г, сахар (всего) – 0,78 г, пищевые волокна, клетчатку – 1,3 г, витамины (С, В1, В2, К, Е, РР, Р, провитамин А), микроэлементы (йод, марганец, молибден, калий, кальций, железо, кобальт, медь, бор). Благодаря такому составу и низкой калорийности (всего 25 калорий) листовой салат входит в десятку полезнейших продуктов питания [5]. Годовая норма потребления свежих овощей защищенного грунта должна составлять 27 кг на одного жителя, из них салата – 2,4 кг [6].

Листовой салат, выращенный в зимних теплицах, реализуется в виде живых растущих в горшочках растений, что позволяет сохранить и донести до потребителя всю биологическую и питательную ценность продукта. В осенне-зимний и зимне-весенний периоды такая тепличная продукция пользуется у населения большим спросом. Поэтому совершенствование технологии выращивания листового салата в зимних теплицах имеет как научную, так и практическую значимость.

При производстве листового салата в теплицах современных конструкций используют специальные салатные линии с проточной гидропоникой. Выращивание листового салата на таких линиях осуществляется в пластиковых каналах, имеющих в верхней части круглые отверстия диаметром 55 мм, расположенные с шагом 180 мм. В этих отверстиях размещают горшочки с рассадой салата. В качестве субстрата для выращивания листового салата традиционно используют верховой торф с оптимизированной кислотностью (pH_{H2O}6,4-6,6) и добавками минеральных удобрений.

В современном промышленном производстве салатов разработка составов субстратов, обеспечивающих наиболее полную реализацию биологического потенциала растений, является одним их основных направлений совершенствования технологических приемов.

Цель наших исследований – провести сравнительную оценку роста и развития растений салата листового на субстратах различного состава и определить оптимальные составы субстратов для выращивания этой культуры в условиях проточной гидропоники.

Основная часть

Потребительская ценность салата листового во многом зависит от того, насколько сформирован листовой аппарат растений, так как большие, гладкие, гофрированные, морщинистые или курчавые, светло-зеленого цвета листья употребляются в пищу в свежем виде. Для оценки влияния состава субстрата на формирование листового аппарата растений салата разработаны составы субстратов на основе торфа с добавками сапропеля, агроперлита и керамзита.

Сапропель – органическое вещество, образованное путем отложения на дно пресноводных водоемов отмирающих растений и микроорганизмов с ограниченным доступом кислорода. Содержит комплекс органических и минеральных веществ, соединения азота, фосфора, калия, серы, меди, бора, молибдена и других микроэлементов. В составе органической части сапропелей имеются биологически активные вещества – гуминовые кислоты, витамины [7].

Агроперлит (вулканическое стекло) – это экологически чистый специальный вид перлита для выращивания растений. Он абсолютно инертен, не содержит химически активных и токсичных для растений веществ, имеет прочные закрытые поры, благодаря которым может впитать в себя жидкости в 6–7 раз больше собственной массы. Этот вспученный материал обеспечивает стабильный температурный режим субстрата, постепенную отдачу воды, улучшает дренаж и доступ к корням растений воздуха.

Керамзит – искусственный продукт, получаемый путем обжига глины в печи при высокой температуре 1200 °С. Глину формуют в пористые окатыши округлой или неправильной формы, которые обеспечивают большую площадь соприкосновения между воздухом и корнями. Керамзит инертен и прекрасно дренирует субстрат.

Исследования проводились в защищенном грунте КУП «Минская овощная фабрика». Объектом являлся сорт салата листового – Афицион. Повторность опыта четырехкратная.

Салат листовой (*Lactuca sativa* L.) – однолетнее травянистое скороспелое растение, относится к роду салат (*Lactuca*), семейству Астровые (*Asteraceae*). Растение, готовое к реализации, должно

соответствовать требованиям Государственного стандарта Республики Беларусь ГОСТ 33985-2016 (дата введения в действие (вступление в силу): 01.04.2018 г.).

Для оценки качества растений салата листового, выращенных на субстратах различного состава, определяли процент растений, сформировавших за период вегетации три, четыре и пять листьев; площадь листьев и общую площадь листового аппарата. К концу вегетации все растения салата листового, за исключением выращенных на субстрате, содержащем 50 % сапропеля, имели три хорошо развитых листа (табл.1).

Таблица 1. **Формирование листьев (% от контрольных растений) у салата листового на субстратах различного состава**

Варианты опыта	Состав субстрата	% от контрольных растений, имеющих к концу вегетации, количество листьев (шт.)		
		3	4	5
1	торф 100%	100	77,3	13,3
2	торф 50%+ сапропель 50%	96	74,0	12,0
3	торф 75%+ сапропель 25%	100	89,5	20,5
4	торф 50%+ сапропель 25+агроперлит 25%	100	90,1	24,1
5	торф 50%+ сапропель 25+керамзит 25%	100	90,4	23,4

При выращивании на торфяном субстрате к концу вегетации 77,3 % растений имели четыре листа и 13,3 % – пять. На субстратах с добавками % сапропеля количество растений, имеющих полноценно развитых четыре и пять листьев, оказалось меньше, чем на контроле. Состав субстрата с 25 % добавкой сапропеля обеспечил формирование четырех листьев у 89,5 % и пяти листьев у 20,5 % растений. Наибольшее количество растений с хорошо сформированными четвертым и пятым листами оказалось на многокомпонентных субстратах. Так, добавки к торфу сапропеля (25 %) и агроперлита (25 %) обеспечили формирования четырех листьев у 90,1 % растений и пяти листьев у 24,1 %. Аналогичное влияние на развитие листьев оказали добавки (25 %) керамзита.

Помимо количества листьев, для оценки качества растений салата листового имеет значение площадь его листового аппарата (табл. 2.).

Таблица 2. **Площадь листьев (см^2) у растений салата на субстратах различного состава**

Варианты опыта	Состав субстрата	Площадь листьев, см^2				
		1	2	3	4	5
1	торф 100%	37,6	36,5	36,9	27,6	16,0
2	торф 50%+ сапропель 50%	33,8	33,4	30,2	26,8	12,5
3	торф 75%+ сапропель 25%	37,5	36,6	37,0	30,1	20,0
4	торф 50%+ сапропель 25+агроперлит 25%	38,5	38,7	38,2	31,4	19,8
5	торф 50%+ сапропель 25+керамзит 25%	38,2	37,9	37,5	32,0	19,2

Площадь листьев на растении определяли с помощью компьютерной программы [8], которая путем идентификации изображений позволяет оперативно с высокой точностью определить площадь листа. Использование этой программы дает возможность обработать большой массив материала и избежать искажений результатов, которые неизбежно возникают при работе традиционными методами с быстро увядающими растениями. У растений, выращенных на субстрате, содержащем 50 % сапропеля площадь листьев меньше, чем на торфяном субстрате. Но 25 % добавка сапропеля обеспечила более интенсивное нарастание листового аппарата у растений салата. И если площадь первых трех листьев оказалась такой же, как в контрольном варианте, то четвертый и пятый листья имели большую площадь.

Наибольшая площадь листьев сформировалась у растений салата листового, выращенных на многокомпонентных субстратах. Причем, у растений с четвертым и пятым листом это превышение составило 3,8–4,4 и 3,8–3,2 см^2 соответственно. Таким образом, использование торфяных субстратов с добавками сапропеля (25 %), в сочетании с агроперлитом (25 %) или керамзитом (25 %), обеспечивает формирование листового аппарата, площадь которого на 7,8–6,6 % больше, чем на торфяном субстрате (рисунок).

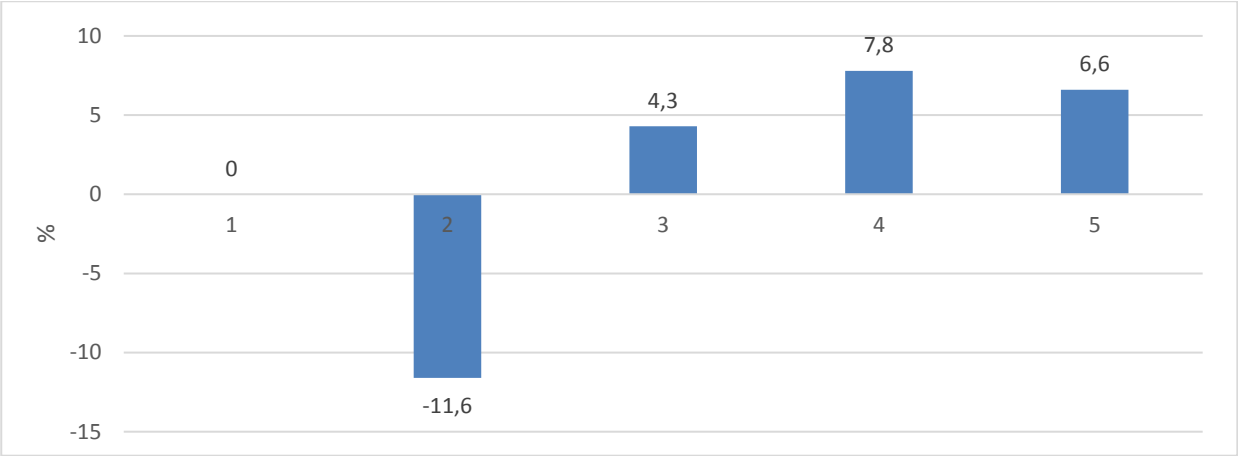


Рис. Различия в площади листового аппарата растений салата листового на субстратах различного состава

Заключение

1. При выращивании салата листового методом проточной гидропоники наибольшее количество растений с хорошо сформированными четвертым и пятым листом оказалось на многокомпонентных субстратах. Добавки к торфу сапропеля (25 %) и агроперлита (25 %) обеспечили формирования четырех листьев у 90,1 % растений и пяти листьев у 24,1 %. Аналогичное влияние на развитие листьев оказали добавки (25 %) керамзита.

2. Наибольшая площадь листьев сформировалась у растений салата листового, выращенного на многокомпонентных субстратах. Причем у растений с четвертым и пятым листом это превышение составило 3,8–4,4 и 3,8–3,2 см^2 к контролю соответственно.

3. Использование торфяных субстратов с добавками сапропеля (25 %), в сочетании с агроперлитом (25 %) или керамзитом (25 %), обеспечивает формирование листового аппарата, площадь которого на 7,8–6,6 % больше, чем на торфяном субстрате.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина национальной продовольственной безопасности Беларуси до 2030 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 декабря 2017 г., №962 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2017. – № 5/44566.

2. Козловская, И. П. Оценка производственного потенциала и пути формирования нового технологического уклада в тепличном овощеводстве Беларуси /Вестник БГСХА. – 2020. – №3. – С. 127–131.

3. Козловская, И. П. Эколого-агрономические составляющие экспортного потенциала тепличного комплекса республики Беларусь / И. П. Козловская //Екологічний вісник Криворіжжя: Зб. наукових та науково-методичних праць. Випуск 5 / Кривий Ріг, 2020. – С. 100–111.

4. Козловская, И. П. Проблемы и направления развития рынка тепличных овощей в республике Беларусь / И. П. Козловская // Агропанорама – № 1 (143). – 2021. – С. 45–48.

5. Польза и вред листового салата / [Электронный ресурс] // Код доступа: http://chtoem.ru/zelen/polza-i-vred-listovogo-salata.html.

6. Современное состояние овощеводства в Республике Беларусь и за рубежом // [Электронный ресурс] / Код доступа: https://studfile.net/preview/5441194/page:2/

7. Косов, В. И. Сапропель. Ресурсы, технология, геоэкология / В. И. Косов. – М.: Наука, 2007. – 224 с.

8. Козловская, И. П. Определение площади листового аппарата / И. П. Козловская, Е. А. Головатая, Е. А. Сакова // Государственный реестр информационных ресурсов. Регистрационное свидетельство № 1271712977 от 21.09.2017.

УДК 634.10/2:631.541.11

ДВУХПРОВОДНИКОВЫЕ САЖЕНЦЫ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНОМ ПЛОДОВОДСТВЕ

В. А. САМУСЬ

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013; e-mail: samus.belsad@mail.ru

И. В. ТКАЧЁВ

УО «Жиличский государственный сельскохозяйственный колледж»,
аг. Жиличи, Республика Беларусь, 213948; e-mail: zgsk.jilichi@yandex.by

(Поступила в редакцию 25.03.2022)

В обзоре представлены сведения, касающиеся возможности развития технологии двухпроводниковых саженцев яблони как одного из путей дальнейшей интенсификации садоводства. Одним из способов интенсификации садоводства в течение последних десятилетий, является увеличение плотности посадки деревьев, путём использования средне- и слаборослых клоновых подвоев, компактных крон и применения регуляторов роста. Такой путь развития имеет ряд недостатков, как, например, повышенные требования к качеству посадочного материала и высокие затраты на его приобретение.

В настоящее время в мировом интенсивном садоводстве наиболее распространены два типа саженцев: однолетние кронированные (оперенные) саженцы «feathered» и двухлетние саженцы с однолетней кроной «knip-boot». Такой посадочный материал имеет разветвлённую крону с тупыми углами отхождения и даёт первый урожай уже на следующий год после посадки. В Республике Беларусь ведутся исследования, изучающие влияние различных факторов и приёмов на ветвление саженцев яблони. Разработан технологический регламент производства оздоровленных кронированных саженцев плодовых культур. Всё большее распространение в последнее время получает формировка с двумя одинаковыми центральными проводниками, которая была запатентована садоводческой компанией Vivai Mazzoni (Италия) под названием Bibaum®.

Установлено, что двухпроводниковая формировка является развитием вертикального кордона. При анализе литературы было установлено, что двухпроводниковые саженцы имеют ряд преимуществ, по сравнению с однолетними кронированными саженцами и двулетними саженцами с однолетней кроной. Использование различных механических и химических приёмов стимулирования ветвления двухпроводниковых саженцев делает такой тип саженцев перспективным для дальнейшей интенсификации плодоводства в Республике Беларусь.

Ключевые слова: *яблоня, двухпроводниковые саженцы, Bibaum, формировка.*

The review presents information concerning the possibility of developing the technology of two-wire apple tree seedlings as one of the ways to further intensify horticulture. One way to intensify horticulture over the past decades has been to increase planting density by using medium to low growth clonal rootstocks, compact crowns and the use of growth regulators. This development path has a number of disadvantages, such as increased requirements for the quality of planting material and high costs for its acquisition.

Currently, two types of seedlings are most common in the world intensive horticulture: one-year crowned ("feathered") seedlings and two-year-old seedlings with a one-year crown «knip-boom». Such planting material has a branched crown with obtuse angles of discharge and gives the first crop the very next year after planting. In the Republic of Belarus, studies are underway to study the influence of various factors and methods on the branching of apple seedlings. Technological regulations for the production of healthy crowned seedlings of fruit crops have been developed.

Recently, the formation with two identical central conductors, which was patented by the horticultural company Vivai Mazzoni (Italy) under the name Bibaum®, is becoming more widespread.

It has been established that the two-wire formation is the development of a vertical cordon. When analyzing the literature, it was found that two-wire seedlings have a number of advantages compared to one-year-old crowned seedlings and two-year-old seedlings with a one-year-old crown. The use of various mechanical and chemical methods to stimulate the branching of two-wire seedlings makes this type of seedlings promising for further intensification of fruit growing in the Republic of Belarus.

Key words*: apple tree, two-wire seedlings, Bibaum, shaping.*

Введение

Современное плодоводство неразрывно связано с постоянной интенсификацией технологии возделывания плодовых культур. Государственная целевая программа развития плодоводства на 2004–2010 гг. и Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства на 2011–2015 гг. способствовали развитию плодоводства Республики Беларусь в XXI веке, а также во многом определили современную структуру плодовых насаждений.

Вместе с тем урожайность и валовой сбор плодов и ягод в течение последних лет подвержены значительным колебаниям. Обеспеченность населения плодово-ягодной продукцией также колеблется в широких пределах. Так, например, в 2018 году было произведено 101 кг плодов и ягод на душу населения, а в 2019 – 58 кг. Приведённые данные говорят о необходимости дальнейшей интенсификации плодоводства [1, 2].

В последние десятилетия интенсификация промышленного возделывания яблони происходит путём постоянного увеличения плотности посадки плодовых деревьев. Это достигается путём использования клоновых подвоев различной силы роста создания компактных крон и применения регуляторов роста.

Однако современные интенсивные высокоплотные насаждения имеют ряд недостатков. Высокая плотность садовых насаждений связана с большими затратами на приобретение посадочного материала. Вместе с тем с повышением плотности посадки, уменьшается прибавка урожайности от каждого дополнительного дерева. Для получения максимальной урожайности необходимо, чтобы деревья перехватывали большую часть солнечного света. В то же время существующие насаждения, из-за широких междурядий, для проезда трактора, получают не более 55 % света. Исследования распределения освещённости внутри кроны показали, что широкие кроны имеют много затенённых участков, с плохим качеством плодов. Также существующие системы формировки требуют постоянного контроля и регулирования нагрузки дерева урожаем, что связано с большими затратами ручного труда [3, 4].

Основная часть

Высокие инвестиционные затраты на закладку насаждений являются причиной повышенных требований к посадочному материалу. Саженцы для будущего сада должны иметь разветвлённую крону и вступать в плодоношение на второй год после посадки. Этим условиям отвечают привитые на клоновых подвоях однолетние кронированные саженцы, или двухлетние саженцы с однолетней кроной (книп-баум). Такие саженцы имеют боковые разветвления с углом отхождения 60–85 ° от центрального проводника, которые служат основой для дальнейшего формирования кроны, и сформированные генеративные почки. Из опыта европейских садоводов известно, что однолетние саженцы со сформированной кроной способны на следующий после посадки год давать урожайность на уровне 5–7 т/га, а саженцы книп-баум позволяют в год посадки получить до 10 т/га и 25–30 т/га на следующий год [5].

В Республике Беларусь проведены исследования по влиянию различных технологических факторов и приёмов на ветвление саженцев яблони. Установлено, что на ветвление саженцев оказывают влияние как генотип сорта, так и различные механические и химические способы стимулирования ветвления. Рекомендовано использование прищипки апикальных листочков при достижении окулянтом высоты 65–70 см с интервалом в 7–10 дней, не менее двух раз, а также использование стимуляторов ветвления с действующим веществом 6-бензиладенин и гиббереллин $ГА_3$ в концентрации 18 г в 1 л препарата при высоте окулянтов 65–70 см [6, 7, 8, 9, 10]. Разработан технологический регламент производства оздоровленных кронированных саженцев плодовых культур [11].

В последнее время большое распространение в плодоводстве получила формировка кроны с двумя одинаковыми по высоте и диаметру центральными проводниками (Bibaum®) запатентованная компанией Vivai Mazzoni в Италии и Соединенных Штатах Америки. Формировка Bibaum® является развитием вертикального кордона. В западном плодоводстве концепция «более чем одного лидера» была принята как ответ на вопрос, можно ли увеличить количество центральных проводников, для формирования естественной плодовой стены [12, 13, 14, 15].

Двухпроводниковые саженцы имеют ряд преимуществ, по сравнению с однолетними кронированными саженцами, и двулетними саженцами с однолетней кроной.

В Италии рекомендовано использовать двойное веретено для сорто-подвойных комбинаций, которые из-за сильного роста не подходят к формировке стройного веретена. Также с помощью формировки бибаум можно добиться усиления окраски плодов [16]. F. Stănică, из Университета агрономических и ветеринарных наук (Бухарест, Румыния), также отмечает, что двухпроводниковая формировка рекомендована для сильнорослых сортов [17]. Alberto Dorigoni и Franco Michelli указывают, что увеличение количества лидеров в кроне способствует увеличению количества обрастающих побегов, но сокращает их суммарную длину и высоту деревьев, что позволяет формировать более компактные кроны. В целом деревья бибаум имеют высоту на 10 % меньше, а объём кроны на 35 % больше, чем веретеновидные кроны. Разницы между диаметрами штамбов у одно- и двухпроводниковых деревьев не установлено, что указывает на способность подвоя обеспечить рост двух проводников. Также деревья с несколькими лидерами лучше переносят механическую обрезку и снижение высоты кроны [12].

Stefano Musacchi отмечает, что двухпроводниковая система имеет несколько меньшую силу роста, такое же раннее вступление в плодоношение и освещённость кроны как и у веретеновидных крон. Среди преимуществ двухпроводниковых саженцев он указывает на увеличение продуктивности насаждений, облегчение формирования хорошо освещённой и проветриваемой плодовой стены с равномерным размещением плодов, облегчение использования машинной контурной обрезки и прореживания завязей [18, 19]. И. И. Хоменко, В. О. Стрельников, Ю. Ю. Андрусик и Н. В. Шевчук из Городищенского колледжа Уманского

национального университета садоводства установили, что саженцы с двумя проводниками на подвое 54–118 имеют суммарный прирост побегов 250–262 % по сравнению с однопроводниковыми. Они отмечают, что резерв корневой системы подвоя оказался достаточным, для двойной нагрузки дерева [20]. О. В. Полунина и В. П. Майборода из Уманского национального университета садоводства (Украина), исследуя способы создания двухпроводниковых саженцев, установили, что лучшим вариантом их формирования является окулировка на высоте 10 см двумя почками при схеме посадки 130 х 66 см [21, 22].

Заключение

1. Использование двухпроводниковых саженцев позволяет существенно сократить потребность в посадочном материале.

2. Двухпроводниковые саженцы формируют более компактную, хорошо освещённую и удобную для ручного и механизированного ухода плодовую стену.

3. Существует необходимость разработки технологии выращивания разветвлённых двухпроводниковых саженцев яблони для интенсивных садов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная целевая программа развития плодоводства на 2004–2010 годы «Плодоводство»: утв. Советом Министров Республики Беларусь 31.05.2004 г.: пост № 645 / Минсельхозпрод РБ, НАН Беларуси, РУП «Ин-т плодоводства НАН Беларуси». – Минск, 2004. – 56 с.

2. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011–2015 годах: утв. утв. Советом Министров Республики Беларусь 31.12.2010 г.: пост № 61926 / Минсельхозпрод РБ, НАН Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2010. – Раздел IV: Плодоводство. – 144 с.

3. Dallabetta, N. Effect of training systems and pruning methods on fruit quality in apple: Doctoral dissertation / N. Dallabetta. – ALMA, 2014. – 87 p.

4. A vision for apple orchard system of the future / T. Robinson [et al.] // New York Fruit Q. – 2013. – T. 21. – P. 11–16.

5. Полуніна, О. В. Двопровідникові саджанці в інтенсификаціі виробництва плодів яблуні / О. В. Полуніна, В. П. Майборода // Вісник Уманского національного університету садівництва. – 2017. – № 2. – С. 72–75.

6. Драбудько, Н. Н. Влияние технологических приёмов на ветвление однолетних саженцев плодовых культур в питомнике / Н. Н. Драбудько, В. А. Левшунов, В. А. Самусь // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2013. – Т. 25. – С. 130–199.

7. Левшунов, В. А. Сортовые особенности пробудимости боковых почек яблони / В. А. Левшунов, С. В. Лелес // Вестник БГСХА. – 2015. – № 3. – С. 66–70.

8. Левшунов, В. А. Зависимость роста окулянтов яблони от сорта и погодных условий / В. А. Левшунов, В. А. Самусь // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2013. – Т. 25. – С. 100–109.

9. Левшунов, В. А. Влияние генетического происхождения сорта на ветвление саженцев яблони (*Malus domestica Borkh.)* в питомнике / В. А. Левшунов, В. А. Самусь, З. А. Козловская // Садівництво : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т садівництва НААН України ; редкол І. В. Гриник (відпов. ред). – Київ, 2012. – Вип. 66. – С. 304–312.

10. Левшунов, В. А. Агротехнические приёмы выращивания разветвлённых саженцев яблони для интенсивных садов: автореф. дис. … на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В. А. Левшунов. – аг. Самохваловичи, 2017. – 21 с.

11. Технологический регламент производства оздоровленных кронированных саженцев плодовых культур / В. А. Самусь [и др.] // Плодоводство: науч. тр. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 374–385.

12. Dorigoni, A. Possibilities for multi-leader trees / A. Dorigoni, F. Michelli // EFM. – 2014. – № 2. – P. 18–20.

13. Dorigoni, A. Alternative High Density Systems and the Use of Multileader Trees / A. Dorigoni, Great Lakes Fruit, Vegetable & Farm Market EXPO December 10-12, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://glexpo.org/summaries/2013summaries/appleii.pdf. – дата доступа: 25.02.2021.

14. Vivai Mazzoni S. p. A. (Ferrara, Italy) [Electronic resourse]. – 2016. – Mode of access: http://www.mazzonigroup.com. – Date of access: 15.03.2021.

15. WA 38 Characteristics and Horticulture Stefano Musacchi, Ines Hanrahan, Karen LewisKate Evans, Tianna DuPont [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://s3-us-west-2.amazonaws.com/treefruit.wsu.edu/wp-content/uploads/2017/09/wa38-_factsheet_2017.09.pdf. – дата доступа: 27.02.2021.

16. Козловская, З. А. Состояние и развитие садоводства в области Италии Эмилия-Романья (обзор) / З. А. Козловская // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 425–449.

17. New Fruit technologies in Europe International Conference on Sustainable Agriculture and Food Securuty [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.academia.edu/download/31399146/proceeding_oral_icsafs_2012_elektronik.pdf.page_62. – Дата доступа: 25.02.2021.

18. Musacchi, S. BIBAUM® a new training system for pear orchards / S. Musacchi // X International Pear Symposium. – 2007. – Vol. 800. – P. 763–769.

19. Musacchi, S. Comparison among pear training systems and rootstocks for high density planting (HDP) of the cultivar Abbe Fetel / S. Musacchi, S. Serra, V. Ancarani // XI International Pear Symposium. – 2010. – Vol. 909. – P. 251–258.

20. Вирощування саджанців на середньорослій підщепі для інтенсивних насаджень яблуні / И. И. Хоменко, В. О. Стрельніков, Ю. Ю. Андрусик, Н. В. Шевчук // Вісник Уманского національного університету садівництва. – 2017. – № 2. – С. 72–75.

21. Полуніна, О. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування двопровідникових саджанців яблуні залежно від висоти окулірування і способу створення двох провідників / О. В. Полуніна, В. П. Майборода // Навукові доповіді НУБиП України. – 2019. – № 2.

22. Полуніна, О. В. Утолщение штамба и апикальный рост двухпроводниковых саженцев яблони сорта Флорина в зависимости от плотности размещения и способа создания двух проводников / О. В. Полуніна, В. П. Майборода // Stiinta Agricola. – 2018. – № 2.

УДК 632.3.01/.08

ОЦЕНКА ВИРУЛЕНТНОСТИ И СПОСОБНОСТИ К НУКЛЕАЦИИ ЛЬДА ФИТОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *SYRINGAE*

В. Ю. ЛАГОНЕНКО, М. С. КАСТРИЦКАЯ

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013; e-mail: lagonenkoval@gmail.com;

А. Л. ЛАГОНЕНКО

ООО «Альгимед Техно»,
г. Минск, Республика Беларусь, 223000

Н. П. МАКСИМОВА

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, 223000

(Поступила в редакцию 25.03.2022)

Болезни, вызванные фитопатогенными бактериями, наносят значительный ущерб сельскому хозяйству по всему миру, приводя к большим потерям урожая и гибели растений. Серьезную опасность для плодовых культур представляет бактериальный рак. Это заболевание ограничивает срок жизни плодовых деревьев, а также существенно снижает урожайность плодов и качество древесины. В молодых садах ежегодные потери урожая могут достигать 10 – 20 %, а при благоприятных для инфицирования погодных условиях – до 80 %.

Изучение фитопатогенных свойств возбудителя бактериального рака, его комплексная характеристика, позволяет правильно организовать защитные мероприятия и способы контроля заболевания. Так как ранее в Беларуси подобные исследования патогена P.s. pv. syringae не проводились, целью данной работы являлось определение вирулентности циркулирующих на территории Республики штаммов и их льдообразующей активности.

Для определения вирулентности циркулирующих на территории Республики Беларусь фитопатогенных бактерий Pseudomonas syringae pv. syringae проведено искусственное заражение подвоев груши OHF-87 в условиях ex vitro. Некротические повреждения появились на 3 сутки после инокуляции, а динамика их развития (выраженная или слабая) сохранялась на протяжении всего эксперимента. Оценка интенсивности развития симптомов позволила выделить две группы штаммов по степени вирулентности – высоко- и умеренновирулентные. Способность индуцировать образование кристаллов льда, как один из факторов вирулентности фитопатогенных P.s. pv. syringae, обнаружена у всех исследованных в работе штаммов.

Ключевые слова: *бактериальный рак, Pseudomonas syringae pv. syringae, вирулентность, белки-нуклеаторы, INA.*

Diseases caused by phytopathogenic bacteria cause significant damage to agriculture around the world, leading to large crop losses and plant death. A serious danger to fruit crops is bacterial cancer. This disease limits the life of fruit trees, and also significantly reduces the yield of fruits and the quality of wood. In young orchards, annual crop losses can reach 10–20 %, and under favorable weather conditions for infection, up to 80 %.

The study of phytopathogenic properties of the causative agent of bacterial cancer, its complex characteristics, allows you to properly organize protective measures and ways to control the disease. Since earlier in Belarus similar studies of the pathogen P.s. pv. syringae were not carried out, the purpose of this work was to determine the virulence of strains circulating in the territory of the Republic and their ice-forming activity.

To determine the virulence of phytopathogenic bacteria Pseudomonas syringae pv. syringae circulating in the territory of the Republic of Belarus, pear rootstocks were artificially infected with OHF-87 under ex vitro conditions. Necrotic lesions appeared on the 3rd day after inoculation, and the dynamics of their development (pronounced or weak) persisted throughout the experiment. An assessment of the intensity of the development of symptoms made it possible to distinguish two groups of strains according to the degree of virulence – highly and moderately virulent. The ability to induce the formation of ice crystals, as one of the virulence factors of phytopathogenic P.s. pv. syringae was found in all strains studied in the work.

Key words*: bacterial cancer, Pseudomonas syringae pv. syringae, virulence, nucleating proteins, INA.*

Введение

Бактериальный рак – широко распространенное заболевание плодовых культур, вызываемое фитопатогенными бактериями *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall. В отличие от других патоваров данного вида, pv. *syringae* обладает широким кругом растений-хозяев. Известно, что патоген, изначально выделенный из сирени (*Syringa vulgaris*), вызывает заболевания более чем у 80 видов растений, включая косточковые и семечковые плодовые деревья, овощные и декоративные культуры [1–3].

В Республике Беларусь среди плодовых культур бактериальным раком больше всего поражаются растения груши и черешни. Высоко восприимчивы к данному заболеванию также растения вишни, сливы, алычи гибридной, абрикоса [4]. Симптомы заболевания достаточно разнообразны и зависят от условий окружающей среды, плодовой культуры, возраста растения, а также поражаемого органа или

ткани. Это могут быть раковые язвы и наросты на стволах и скелетных ветвях, некроз почек, цветков, плодов, листьев, отмирание однолетних побегов, камедетечение и пр. [3, 5–7].

Степень развития заболевания и его интенсивность обусловлены большим количеством факторов, включая целый ряд детерминант вирулентности фитопатогенных *P.s.* pv. *syringae*, таких как фитотоксины, сидерофоры, подвижность, а также способность к образованию центров кристаллизации льда [8, 9].

Льдообразующей активностью (INA – ice nucleation activity) обладает подавляющее большинство штаммов P.s. pv. syringae (фенотип INA^+). Благодаря поверхностным белкам-нуклеаторам, патоген на поверхности или внутри растительной ткани индуцирует формирование кристаллов льда из воды при температуре выше -5 ºС, что является вероятной причиной расхождения между точкой переохлаждения растительных тканей и температурой, при которой возникают повреждения [10, 11]. Таким образом, даже при незначительных температурах могут наблюдаться характерные повреждения, степень которых зависит от количества бактерий. Повреждения, в свою очередь, приводят к высвобождению питательных веществ и успешной дальнейшей колонизации растений бактериями. Такое свойство фитопатогенных бактерий приводит к снижению холодоустойчивости и зимостойкости растений, усилению повреждений морозобоинами [10–12]. Показано, что при заражении растений суспензией INA^+ бактерий (10^3 КОЕ на грамм ткани) резко повышается пороговая температура нуклеации с последующим образованием внутриклеточного льда, летального для растительных клеток [11, 13]

Основная часть

Для получения бактериальной суспензии изоляты *P. s.* pv. *syringae* культивировали с аэрацией в жидкой среде LB-Lennox 24 ч при 28 ºС и доводили стерильной дистиллированной водой до плотности 10^8 КОЕ/мл (OD_{600} = 0,3) [6].

Таблица 1. **Список и происхождение бактериальных штаммов**

Штамм P.s. pv. syringae	Место происхождения изолята (год выделения)	Растение-хозяин
11.9	Минский район, аг. Самохваловичи, (2014)	Вишня
11.11	Минский район, аг. Самохваловичи, (2014)	Груша
11.12	Минский район, аг. Самохваловичи, (2014)	Груша
12.6	г. Минск, (2014)	Вишня
14.5(1)	Витебская область, Браславский район, д.Марьянполье, (2015)	Слива
14.5(2)	Витебская область, Браславский район, д.Марьянполье, (2015)	Слива
19.2	Минская область, Мядельский район, (2015)	Яблоня
19.10	Минская область, Мядельский район, (2015)	Вишня
20.1	г.Могилев, (2015)	Абрикос

Определение вирулентности штаммов

Для инокуляции использовали подвои груши OHF-87, адаптированные после культуры in vitro, с закрытой корневой системой (P11) в условиях защищенного грунта. Возраст растений составлял 90 сут после пересадки в грунт, высота – 20 см с 4–5 междоузлиями.

На каждом растении груши OHF-87 выбирали по три полностью распустившихся и приблизительно одинаковых по размеру листа. По середине центральной жилки стерильным скальпелем делали надрез в 2–3 мм, на который наносили 20 µl бактериальной суспензии. Каплям давали немного подсохнуть, чтобы жидкость не стекала по поверхности листа. После инокуляции растения культивировали при температуре 24 ºС в течение семи суток. Для поддержания влажности сеянцы помещали в полиэтиленовые пакеты и регулярно увлажняли. Вирулентность каждого штамма *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* оценивали в 21-ой биологической повторности. Отрицательным контролем служили растения, инокулированные стерильной дистиллированной водой. Для учета динамики развития заболевания, величину пораженных участков измеряли ежедневно в течение семи дней. Каждому участку присваивались баллы по следующей шкале: 0 баллов – отсутствие симптомов заражения; 1 – диаметр зоны некроза до 3 мм, 2 – диаметр некроза до 10 мм, 3 – диаметр некроза до 25 мм, 4 – диаметр некроза 30–35 мм, 5 баллов – поражено более половины поверхности листа. Интенсивность развития заболевания (в %) рассчитывали по формуле согласно C. Moragrega [6]. Статистический обработку результатов проводили с помощью программы GraphPad Prism 8.4.3 (Tukey's multiple comparisons test).

Определение способности к образованию центров кристаллизации льда

Бактерии высевали на плотную питательную среду LB-Lennox до изолированных колоний и культивировали в течение 24 ч при температуре 28 ºС. Суспензию клеток готовили путем разведения одной изолированной бактериальной колонии в 140 µl дистиллированной воды. Суспензию каждого штамма в объеме 20 µl наносили каплями на алюминиевую фольгу, выстланную сверху парафильмом. В качестве отрицательного контроля использовали 20 µl дистиллированной воды. Фольгу аккуратно

укладывали на поверхность этанола, заранее охлажденного до -4 ºС, и помещали емкость в морозильную камеру с температурой -4 ºС [16]. Через 3–5 мин результат оценивали визуально. Каждый штамм анализировали в трех повторностях.

Все инокулированные растения (за исключением контроля) показали развитие заболевания. Симптомы были отмечены на 3 сут после заражения и проявлялись неровными черными и коричнево-черными участками, постепенно прогрессировали, распространяясь по поверхности листа и по черешку. Ежедневные замеры участков поражения позволили отследить динамику развития поражения и выделить две группы вирулентности штаммов – умеренно вирулентные (УВ) и высоко вирулентные (ВВ). В соответствующие группы вошли штаммы, статистически достоверно не отличавшиеся по вирулентности (табл. 2). В первую группу вошли умеренно вирулентные штаммы 11.9; 11.11; 12.6; 19.2 и 19.10, степень поражения листовой пластины которыми варьировала от 33,3% до 50,5 %. Во вторую группу вошли высоковирулентные штаммы 11.12; 14.5(1); 14.5(2) и 20.1, степень поражения листовой пластины которыми варьировала между 70,9 % и 80,9 %.

Таблица 2. **Группы вирулентности штаммов по степени поражения листовой пластины**

Группа 1 Умеренная вирулентность		Группа 2 Высокая вирулентность	
Штамм	Степень поражения листовой пластины, %	Штамм	Степень поражения листовой пластины, %
11.9	43,81±2,2	11.12	80,95±3,2
11.11	50,48±2,9	14.5(1)	79,05±3,2
12.6	33,3±2,1	14.5(2)	72,38±4,7
19.2	40,95±4,0	20.1	70,9±3,3
19.10	39±3,7		

Следует отметить, что активный либо умеренный характер развития симптомов, вызванных ВВ и УВ штаммами (рис. 1) сохранялся на протяжении всего периода наблюдения.

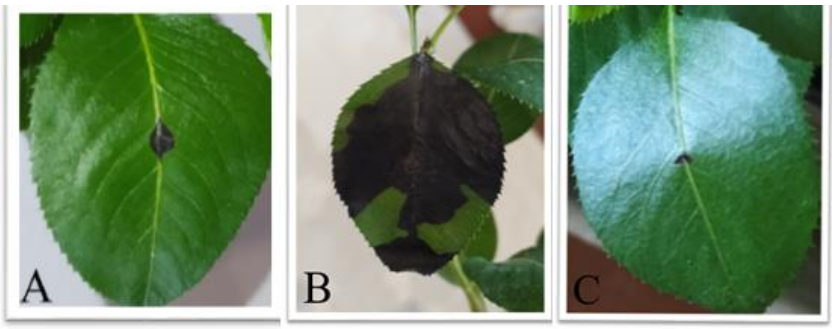


Рис. 1. Поражение листьев груши на пятые сутки после инокуляции умеренно вирулентным штаммом *P.s.* pv. *syringae* 11.9 (А); высоко вирулентным штаммом *P.s.* pv. *syringae* 11.12 (В); контроль – инокуляция дистиллированной водой (С).

Таким образом, показано, что в одном саду могут циркулировать штаммы *P.s.* pv. *syringae*, относящиеся как к высоко-, так и к умеренновирулентным (например, штаммы 11.9; 11.11 и 11,12). Также установлено, что вирулентность исследуемых штаммов не коррелировала с источником их выделения. Так, например, штаммы 11.11 и 11.12, изолированные из пораженных растений груши, растущих в одном саду, проявляли разную степень вирулентности при заражении подвоев груши. Результаты оценки INA штаммов коллекции показали, что все исследуемые изоляты P.s. pv. syringae способны индуцировать образование кристаллов льда (рис. 2).

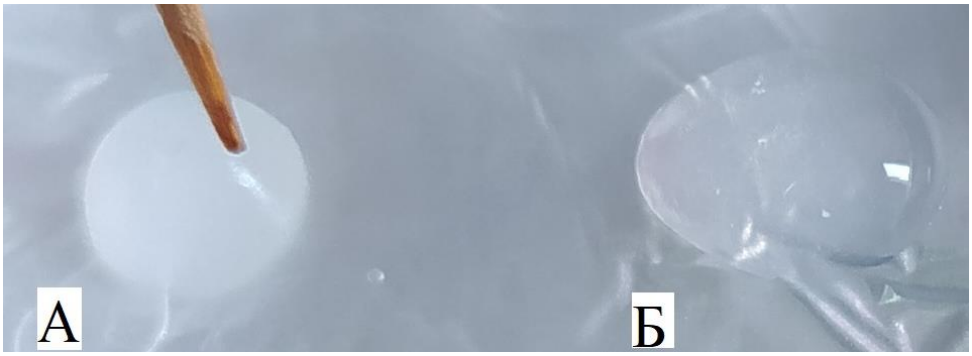


Рис. 2. Результат действия белков-нуклеаторов бактерий P.s. pv. syringae после трехминутной экспозиции при температуре -4 ºС (А – полностью замерзшая суспензия штамма 11.9, Б – дистиллированная вода)

Учет результатов проводили через 3, 4 и 5 мин. Через 3 мин суспензии семи из десяти изолятов представляли собой полностью замерзшие капли, тогда как только поверхность суспензий штаммов 14.5(2) и 19.10 была покрыта ледяной коркой и легко продавливалась деревянной шпилькой. Через 4 мин все девять исследуемых суспензий представляли собой полностью замерзшие капли. Вода замерзала через 5–6 мин.

Разница в скорости замерзания капель может быть объяснена разным количеством поверхностных белков-нуклеаторов, так как количество ядер льдообразования зависит не только от температуры инкубации, возраста бактерий и состава ростовой среды, но и от их генотипа [11, 17].

Заключение

Показано, что среди циркулирующих на территории Республики Беларусь фитопатогенных бактерий P.s. pv. syringae можно выделить высоко- и умеренновирулентные штаммы, которые при искусственном заражении подвоев груши приводят к появлению симптомов различных по своей интенсивности. Показано, что все проанализированные в работе изоляты обладают одной из основных детерминант вирулентности фитопатогенных псевдомонад, а именно – способностью к образованию центров кристаллизации льда и, как следствие, повышению температуры замерзания воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hirano, S. S. Christen D. Upper. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on Pseudomonas syringae – a pathogen, ice nucleus, and epiphyte / S. S. Hirano, C. D. Upper // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2000. – Vol. 64, №3. – P. 624–653.

2. Kaluzna, M. Detection and identification methods and new tests as used and developed in the framework of cost 873 for bacteria pathogenic to stone fruits and nuts Pseudomonas siringae pathovars / M. Kaluzna1, J.D. Janse, J.M. Young // Journal of plant Pathology. – 2012. Vol. 94, 1 supplement. – P. 1.117–1.126.

3. Gašić, K. Differentiation of Pseudomonas syringae pathovars originating from stone fruits / K. Gašić, A. Prokić, M. Ivanović [et al.] // Pestic. Phytomed. (Belgrade). – 2012. – Vol. 27, № 3. – P. 219–229.

4. Григорцевич, Л. Н. Защита плодовых деревьев от болезней в садах интенсивного типа: методические указания для изучения дисциплины «Основы плодоводства и огородничества» для студентов специальности 1-75 02 01 «Садово-парковое строительство» / Л. Н. Григорцевич. – Минск: Издания БГТУ, 2010.

5. Natalini, E. Genetic and pathogenetic diversity of Pseudomonas syringae pv. syringae isolates associated with bud necrosis and leaf spot of pear in a single orchard / E. Natalini., M.P. Rossi, D. Barionovi [et al.] // Journal of Plant Pathology. – 2006. – Vol. 88, № 2. – P. 219–223.

6. Moragrega, C. Susceptibility of European pear cultivars to Pseudomonas syringae pv. syringae using immature fruit and detached leaf assays // C. Moragrega, I. Llorentem, C. Manceau [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2003. – Vol. 109. – P. 319–326.

7. Горшков, В. Ю. Бактериозы растений: молекулярные основы формирования растительно-микробных патосистем / В. Ю. Горшков. – Казань: Изд-во Сергея Бузукина, 2017. – 304 с.

8. Yessad, S. A detached leaf assay to evaluate virulence and pathogenicitu of strains of Pseudomonas syringae pv. syringae on pear / S. Yessad, C. Manceau, J. Luisetti // Plant disease. – 1991. – Vol. 76, № 4. – P. 370–373.

9. Bender, C. L. Pseudomonas syringae phytotoxins: mode of action, regulation, and biosynthesis by peptide and polyketide synthetases / C. L. Bender, F. Alarcón-Chaidez, D. C. Gross // Microbiology and Molecular Bioilogy Reviews. – 1999. – Vol. 63, № 2. – P. 266–292.

10. Bultreys, A. Bacterial cankers caused by Pseudomonas syringae on stone fruit species with special emphasis on the pathovars syringae and morsprunorum race 1 and race 2 / A. Bultreys, M. Kaluzna // Journal of Plant Pathology. – 2010. – Vol. 92, 1 supplement. – P. 1.21–1.33.

11. Гулевский, А. К. Белки-нуклеаторы бактериального происхождения. Сообщение III. Регуляция активности и значение в природе и биотехнологии / А. К. Гулевский, Л. И. Релина // Теоретическая и экспериментальная криобиология. – 2010. – Т.20, № 3. – С. 225–234.

12. Moore, Larry W. Pseudomonas syringae: disease and ice nucleation activity / Larry W. Moore // Ornamentals northwest archives. –1988. – Vol. 12., iss. 2. – P. 3–16.

13. Желдакова, Р. А. Фитопатогенные микроорганизмы: учебно-методический комплекс / Р. А. Желдакова, В. Е. Мямин. – Минск: БГУ, 2006.

14. Lelliott, R. A. A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic Pseudomonas / R. A. Lelliott, E. Billing, A. C. Hayward // J. appl. Bact. – 1966. – Vol. 29, № 3. – P. 470–489.

15. Sorensen, Kevin N. PCR detection of cyclic lipodepsinonapeptide-produsing *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and similarity of strains / Kevin N. Sorensen, Kwang-Hee Kim, Jon Y. Takemoto // Applied and Environmental Microbiology. – 1998. – Vol. 64, № 1. – P. 226–230.

16. Pietsch, R. B. Diversity and abundance of ice nucleating strains of *Pseudomonas syringae* in a Freshwater Lake in Virginia, USA / Renee B. Pietsch, Boris A. Vinatzer and David G. Schmale III // Frontiers in microbiology. – 2017. – Vol. 8, article 318. – P. 11. – doi: 10.3389/fmicb.2017.00318

17. Watyrangi, Stephanie Diana Elizabeth. Distribution of ice nucleation-active (INA) bacteria from rain-water and air / Stephanie Diana Elizabeth Waturangi // Hayati Journal of biosciences. – 2011. – Vol. 18, № 3. – P. 108–112.

УДК 633.31:581.19:631.55:636.085.52

ПОТЕРИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ ПРИ ЕЕ ЗАГОТОВКЕ И КОНСЕРВИРОВАНИИ

Н. Ф. НАДТОЧАЕВ, Д. А. МОЧАЛОВ, Д. Н. ВОЛОДЬКИН, А. Н. РОМАНОВИЧ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь,222164, e-mail: corn2007@mail.ru

(Поступила в редакцию 25.03.2022)

Трехлетними исследованиями в центральной части Беларуси изучены размеры потерь сухого вещества и питательных элементов при заготовке и силосовании люцерны посевной. Показано, что в ходе ферментации силосованного корма содержание сухого вещества снизилось с 17,9 до 16,3 % у непровяленной и с 35,9 до 33,0 % у провяленной в течение одних суток массы. Уменьшилось также содержание протеина и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Эти показатели по протеину сократились с 20,6 до 17,0 % у непровяленной массы и с 19,2 до 18,7 % у провяленной, по БЭВ – с 39,7 до 33,1 % и с 40,4 до 37,8 % соответственно. В то же время в силосе из люцерны по сравнению с исходным сырьем возросло содержание жира, клетчатки и золы. По жиру рост составил с 3,1 до 4,9 % у непровяленной массы и с 2,7 до 3,3 % у провяленной. Содержание клетчатки повысилось с 25,7 до 31,7 % и с 27,0 до 28,3 %, золы – с 10,9 до 13,2 % и с 10,8 до 11,9 % соответственно. В итоге содержание кормовых единиц в 1 кг СВ у непровяленной силосной массы составило 0,80 и снизилось на 0,11 единиц, у провяленной оно равнялось 0,85 при вдвое меньших потерях энергии. Аналогичная картина отмечается и по обменной энергии, где ее потери составили 1,1 и 0,6 МДж/кг СВ. В процессе провяливания зеленой массы люцерны средние потери сухого вещества равнялись 6,6%, протеина – 13,7 %, кормовых единиц – 8,7 % и обменной энергии – 8,2 %. В ходе ферментации потери сухого вещества составили 8,1 %, что в сумме с провяливанием равно 14,7 % или на 5,2 % больше, чем в варианте консервирования непровяленной люцерны. По протеину суммарные потери провяленного силоса составили 23,9 % (–1,2 % к непровяленному), кормовым единицам – 21,9 % (+1,5 %) и обменной энергии – 22,21 % (+2,6 %). По энергетической ценности полученных силосов разница небольшая, что с учетом более высокого энергосодержания в провяленном корме делает данную технологию заготовки выгодной. Она позволяет получить оптимальные параметры активной кислотности (4,6–4,9 pH) и корм хорошего или очень хорошего качества, тогда как активная кислотность силоса из непровяленной люцерны находилась в пределах pH 4,8–5,6, что свидетельствует о неудовлетворительных процессах брожения зеленой массы с недостаточным образованием молочной кислоты. Таким образом, провяливание люцерны является единственно правильным вариантом консервирования, при котором силос имеет оптимальные значения активной кислотности, способствующей лучшей сохранности питательных веществ и более высокому энергосодержанию корма.

Ключевые слова: *люцерна, провяливание, силосование, потери.*

A three-year study in the central part of Belarus studied the amount of loss of dry matter and nutrients during the harvesting and ensiling of alfalfa. It was shown that during the fermentation of the ensiled feed, the dry matter content decreased from 17.9 to 16.3 % for the undried and from 35.9 to 33.0 % for the mass dried for one day. The content of protein and nitrogen-free extractive substances (NFES) also decreased. These indicators for protein decreased from 20.6 to 17.0 % for the undried mass and from 19.2 to 18.7 % for the dried mass, for NFES – from 39.7 to 33.1 % and from 40.4 to 37.8 % respectively. At the same time, the content of fat, fiber and ash increased in the alfalfa silage compared to the initial raw material. In terms of fat, the growth was from 3.1 to 4.9 % for the undried mass and from 2.7 to 3.3 % for the dried mass. The fiber content increased from 25.7 to 31.7 % and from 27.0 to 28.3 %, ash – from 10.9 to 13.2 % and from 10.8 to 11.9 %, respectively. As a result, the content of fodder units per 1 kg of dry matter in the unwilted silage mass was 0.80 and decreased by 0.11 units, in the dried silage it was 0.85 with half the energy loss. A similar picture is also observed for exchange energy, where its losses amounted to 1.1 and 0.6 MJ/kg DM. In the process of wilting the green mass of alfalfa, the average loss of dry matter was 6.6 %, protein – 13.7 %, feed units – 8.7 % and metabolic energy – 8.2 %. During fermentation, the loss of dry matter amounted to 8.1 %, which in total with wilting is 14.7 % or 5.2 % more than in the case of preserving unwilted alfalfa. In terms of protein, the total losses of dried silage amounted to 23.9 % (-1.2 % to undried), feed units – 21.9 % (+1.5 %) and metabolic energy – 22.21 % (+2.6 %). In terms of the energy value of obtained silages, the difference is small, which, taking into account the higher energy content in dried fodder, makes this harvesting technology profitable. It makes it possible to obtain optimal parameters of active acidity (4.6–4.9 pH) and feed of good or very good quality, while the active acidity of silage from green alfalfa was in the range of pH 4.8–5.6, which indicates unsatisfactory processes of fermentation of green mass with insufficient formation of lactic acid. Thus, withering of alfalfa is the only correct preservation option, in which the silage has optimal values of active acidity, which contributes to a better preservation of nutrients and a higher energy content of the feed.

Key words: *alfalfa, wilting, ensiling, losses.*

Введение

Люцерна среди многолетних бобовых трав является одной из лучших для использования в кормопроизводстве. По содержанию питательных веществ и высокой их переваримости она выделяется среди других культур [1, 2]. Люцерна также богата минеральными соединениями, в частности, кальцием и магнием. Наряду с положительными качествами, указанные соединения увеличивают буферную емкость, что требует накопления значительно большего количества молочной кислоты и в условиях дефицита сахара очень трудно обеспечить при обычном силосовании даже в провяленном виде [3]. Медленное подкисление силосуемой массы способствует активному размножению нежелательных микробов, преимущественно энтеробактерий, которые в значительно большей степени, чем

молочнокислые бактерии, адаптированы к условиям брожения в провяленной массе [4]. Так как решающим фактором ограничения жизнедеятельности нежелательных бактерий при силосовании служит pH, то не допустить развития указанных микробов можно лишь при активном молочнокислом брожении, в результате которого pH корма быстро снижается до необходимого значения [5]. У люцерны, неспособной к быстрому и достаточно сильному подкислению, протеолиз растягивается до 4–6 и более суток. Образовавшиеся аминокислоты подвергаются дезаминированию с образованием аммиака [6]. Решающее влияние на содержание аммиака в люцерновом силосе оказывает степень провяливания растений. По мере увеличения содержания сухого вещества в люцерне с 13–20 до 40–45 % накопление аммиака в готовом корме сокращается в 2,6–5,2 раза [7]. Ускоренное подкисление силоса из провяленной массы люцерны за счет внесения молочнокислых заквасок заметно снижает негативное влияние образующегося при протеолизе аммиака, создавая условия для быстрой стабилизации силоса в анаэробных условиях. Следовательно, внесение молочнокислых заквасок при силосовании провяленной массы люцерны является целесообразным и эффективным приемом, обеспечивающим стабильность корма при хранении и его высокие биохимические показатели [8]. По обобщенным данным провяливание трав позволяет сократить потери сухого вещества в процессе их ферментации с 18 % при низком содержании сухого вещества в силосуемой массе до 5% при высоком. Использование консервантов дает возможность сохранить еще 5–10 % сухого вещества корма. В то же время, чем дольше травы находятся в поле, тем больше потери питательных веществ. По сухому веществу они колеблются от 2 до 12 % [9]. Таким образом, анализ литературных источников показывает, что для трудносилосуемой люцерны провяливание и использование консервантов является единственно верным способом силосования, однако при этом важно, чтобы данный прием был как можно более коротким.

Основная часть

Полевые и лабораторные опыты проводились в 2019–2021 гг. в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию. В 2019 г. уборку люцерны 1-го года жизни (2-й укос) осуществляли 10 сентября, провяленную массу убирали 11 сентября при теплой и сухой в течение двух декад погоде. В 2020 и 2021 гг. скашивание люцерны 1-го укоса проводили 4 и 8 июня соответственно, провяленную массу убирали на следующий день при близких к норме погодных условиях. Непровяленную силосуемую массу закладывали в стеклянные 3-литровые банки в день уборки со средней плотностью укладки 790 кг/м^3. Провяленная масса закладывалась в такие же банки на следующий после скашивания день со средней плотностью укладки 590 кг/м^3. Расчет кормовых единиц проведен по А. П. Дмитроченко и др. [10], обменной энергии – по формулам, предложенными шведскими учеными [11]. Их разработки позволили учесть особенности состава и переваримости отдельных групп кормов. Для свежей травы, сена, искусственно высушенных соломы, корнеплодов и продуктов их переработки ОЭ (МДж) = 0,181ПП% + 0,328ПЖ% + 0,122ПК% + 0,155ПБЭВ%. Для силоса и сенажа ОЭ (МДж) = 0,181ПП% + 0,210ПЖ% + 0,122ПК% + 0,155ПБЭВ%, где ПП, ПЖ, ПК, ПБЭВ – переваримые протеин, жир, клетчатка, БЭВ в %. Коэффициенты переваримости установлены по М. Байеру и др. [12] с учетом фазы развития растений и содержания питательных веществ в корме.

Провяливание зеленой массы люцерны в течение суток позволило в среднем за 3 года повысить содержание сухого вещества в растениях с 17,9 до 35,9 %. В 2019 г. потеря влаги составила 19,2 %, в 2020 г. – 22,5, в 2021 г. – 12,3 % (табл. 1).

Таблица 1. **Содержание питательных элементов и энергии в исходной массе люцерны посевной**

Вариант опыта	Год	Содержание СВ, %	Содержание в сухом веществе (СВ), %					Кормовых единиц в 1 кг СВ	Обменной энергии, МДж/кг СВ
			сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырая зола	БЭВ		
1. Люцерна без провяливания	2019	19,6	23,4	4,2	24,4	10,8	37,2	0,90	9,9
	2020	16,4	19,7	2,8	26,2	11,8	39,6	0,91	9,8
	2021	17,7	18,6	2,4	26,5	10,2	42,3	0,93	10,0
	среднее	**17,9**	**20,6**	**3,1**	**25,7**	**10,9**	**39,7**	**0,91**	**9,9**
2. Люцерна провяленная	2019	38,8	21,9	3,1	26,8	11,0	37,3	0,87	9,6
	2020	38,9	18,4	2,4	26,1	10,9	42,2	0,92	9,9
	2021	30,0	17,2	2,5	28,2	10,4	41,7	0,91	9,9
	среднее	**35,9**	**19,2**	**2,7**	**27,0**	**10,8**	**40,4**	**0,90**	**9,8**

Растения люцерны второго укоса в 2019 г. в исходной зеленой массе показали большее содержание протеина и жира, меньшее – клетчатки, чем первого укоса в 2020–2021 гг. Это объясняется более высокой долей листьев благодаря тонкому стеблю, а также теплой погоде с достаточным содержанием влаги в почве в период формирования урожая, который составил 115 ц/га зеленой массы. В 2020 г. люцерна третьего года жизни в первом укосе сформировала 219 ц/га зеленой массы. В 2021 г. учет

урожая первого укоса проводился в посевах люцерны второго года жизни, где урожайность зеленой массы составила 233 ц/га. В содержании энергии в растениях зеленой массы люцерны различия по годам исследований – незначительные и находятся в пределах 2–3 %.

Провяливание люцерны повлекло за собой изменение биохимического состава растений. В среднем за 3 года содержание протеина снизилось с 20,6 до 19,2 %, жира – с 3,1 до 2,7 %, а клетчатки возросло с 25,7 % до 27,0 %. Тем не менее энергетическая ценность сухого вещества уменьшилась совсем незначительно: на 0,01 к.ед. и 0,1 МДж в расчете на 1 кг.

Вскрытие силосов, заложенных осенью 2019 г., производилось через 4 месяца, заложенных в летний период 2020–2021 гг. – через 2 месяца. Оно показало, что в среднем за 3 года содержание сухого вещества уменьшилось с 17,9 до 16,3 % у непровяленной массы и с 35,9 до 33,0 % у провяленной (табл. 2). Уменьшилось также содержание протеина и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Эти показатели по протеину снизились с 20,6 до 17,0 % у непровяленной массы и с 19,2 до 18,7 % у провяленной, по БЭВ – с 39,7 до 33,1 % и с 40,4 до 37,8 % соответственно. В то же время в силосе из люцерны по сравнению с исходным сырьем возросло содержание жира, клетчатки и золы. По жиру рост составил с 3,1 до 4,9 % у непровяленной массы и с 2,7 до 3,3 % у провяленной. Содержание клетчатки повысилось с 25,7 до 31,7 % и с 27,0 до 28,3 %, золы – с 10,9 до 13,2 % и с 10,8 до 11,9 % соответственно. Как видно из приведенных данных, распад питательных веществ более интенсивно проходил в непровяленной массе, а как известно, интенсивность процессов брожения зависит, прежде всего, от влажности массы. В этой связи содержание кормовых единиц в 1 кг СВ у непровяленной силосной массы составило 0,80 и снизилось на 0,11 единиц, у провяленной оно равнялось 0,85 при вдвое меньших потерях энергии. Аналогичная картина отмечается и по обменной энергии, где ее потери составили 1,1 и 0,6 МДж/кг СВ. Следовательно, провяливание зеленой массы люцерны позволяет получать корм с более высокой питательностью. По кормовым единицам эта разница составляет 0,05 на 1 кг СВ. Согласно [13], снижение содержания кормовых единиц в сухом веществе рациона только на 0,01 влечет за собой недобор 0,8 л молока в сутки.

Таблица 2. **Содержание питательных элементов и энергии в силосованных разными способами кормах из люцерны, % на СВ***

Вариант опыта	Год	Содержание СВ, %	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	БЭВ	Кормовых единиц в 1 кг СВ	Обменной энергии, МДж/кг СВ
1. Люцерна без провяливания	2019	18,9	17,6	4,4	30,4	14,4	33,2	0,80	8,9
	2020	13,6	17,3	5,3	32,7	14,0	30,7	0,80	8,7
	2021	16,3	16,0	5,1	32,1	11,3	35,5	0,81	8,8
	среднее	**16,3**	**17,0**	**4,9**	**31,7**	**13,2**	**33,1**	**0,80**	**8,8**
2. Люцерна провяленная	2019	35,7	21,1	3,7	26,8	12,5	35,9	0,86	9,3
	2020	35,9	18,3	3,0	28,5	11,4	38,8	0,87	9,3
	2021	27,4	16,8	3,2	29,5	11,9	38,6	0,82	8,9
	среднее	**33,0**	**18,7**	**3,3**	**28,3**	**11,9**	**37,8**	**0,85**	**9,2**

* В силосуемую массу добавляли консервант Лаксил МС, 1 г/т.

Трехлетние исследования показали, что в процессе провяливания зеленой массы люцерны средние потери сухого вещества составили 6,6 %, протеина – 13,7 %, кормовых единиц – 8,7 % и обменной энергии – 8,2 % (табл. 3). В ходе ферментации потери сухого вещества возросли до 8,1 %, что в сумме с провяливанием равно 14,7 % или на 5,2 % больше, чем в варианте консервирования непровяленной люцерны. По протеину суммарные потери провяленного силоса составили 23,9 % (–1,2 % к непровяленному), кормовым единицам – 21,9 % (+1,5 %) и обменной энергии – 22,2 % +2,6 %). Как видно, в варианте с провяливанием самая большая разница относительно непровяленной массы отмечена по сухому веществу. По энергетической ценности она близкая, что с учетом более высокого энергосодержания провяленного корма делает данную технологию заготовки выгодной. Но это еще не главный аргумент целесообразности провяливания силосуемой массы люцерны.

Таблица 3. **Потери сухого вещества, протеина и энергии при заготовке и консервировании люцерны посевной, %**

Вариант опыта	Год	Сухое вещество	Сырой протеин	Кормовые единицы	Обменная энергия
1. Потери в процессе брожения непровяленной люцерны	2019	3,6	27,4	14,3	13,3
	2020	17,1	27,2	27,1	26,4
	2021	7,9	20,7	19,8	19,0
	среднее	**9,5**	**25,1**	**20,4**	**19,6**
2. Потери в процессе провяливания	2019	5,2	11,3	8,3	8,0
	2020	6,6	14,8	7,7	7,8
	2021	8,0	15,0	10,0	8,9
	среднее	**6,6**	**13,7**	**8,7**	**8,2**
2. Потери в процессе брожения	2019	8,0	11,4	9,1	10,9
	2020	7,7	8,4	12,7	13,3
	2021	8,7	10,8	17,7	17,9
	среднее	**8,1**	**20,1**	**13,2**	**14,0**
2. Всего потерь	**среднее**	**14,7**	**23,9**	**21,9**	**22,2**

Таблица 4. **Хозяйственная оценка доброкачественности силоса из люцерны**

Вариант опыта	Год	pH силоса	Качество силоса по А.Н. Михину	
			балл	хозяйственная оценка
А. Люцерна без провяливания	2019	5,6	8	среднего качества
	2020	5,6	3	непригоден к скармливанию
	2021	4,8	8	среднего качества
	среднее	**5,3**	**6,3**	
Б. Люцерна провяленная	2019	4,9	10	хорошего качества
	2020	4,9	9	хорошего качества
	2021	4,6	11	очень хорошего качества
	среднее	**4,8**	**10,0**	

Данные табл. 4 показывают, что активная кислотность силосованных кормов из непровяленной люцерны находилась в пределах pH 4,8–5,6, что свидетельствует о неудовлетворительных процессах брожения зеленой массы с недостаточным образованием молочной кислоты. В то же время провяливание трав позволило получить оптимальные параметры активной кислотности консервированных кормов (4,6–4,9 pH). Органолептическая оценка показала, что силосование в 2020 г. молодой (фаза стеблевания) непровяленной люцерны недопустимо, так как ведет к порче корма и он становится непригодным к скармливанию. В то же время провяливание люцерны позволяет получить силос хорошего и очень хорошего качества.

Заключение

Провяливание люцерны является единственно правильным вариантом консервирования, при котором силос имеет оптимальные значения активной кислотности, способствующей лучшей сохранности питательных веществ и более высокому энергосодержанию корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Г. И. Ившин [и др.]. – М.: Наука, 2015. – 545 с.

2. Степанова, Г. В. Влияние погодных условий на химический состав сухого вещества люцерны (*Medicago varia* Mart.) в фазу цветения / Г. В. Степанова // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – №2. – С. 26–39.

3. Вайсбах, Ф. Будущее консервирования кормов / Ф. Вайсбах // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – №2. – С. 49–70.

4. Pahlow, G. Role of microflora in forage conservation / G. Pahlow // Landbauforschung-Völkenrode. – 1991. – Sonderheft 123. – P. 26–36.

5. Васин, В. Г. Производство кормов для молочных комплексов / В. Г. Васин, В. И. Зотиков, А. А. Васина. – Орел: ВНИИЗБК, 2012. – 248 с.

6. Хелд, Г. В. Биохимия растений / Г. В. Хелд; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 471 с.

7. Победнов, Ю. А. Динамика аммиака и масляной кислоты в зависимости от степени провяливания и способы силосования люцерны // Ю. А. Победнов, М. С. Иванова, А. А. Мамаев // Кормопроизводство. – 2019. – №4. – С. 41–46.

8. Победнов, Ю. А. Биологические особенности силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю. А. Победнов, А. А. Мамаев, М. С. Широкоряд // Кормопроизводство. – 2020. – №3. – С. 43–46.

9. Малинин, И. Как не ошибиться с выбором консерванта / И. Малинин // Наше сельское хозяйство. – 2021. –№8. – С. 8–11.

10. Дмитроченко, А. П. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко, В.М. Крылов, А. В. Тоичкина. – М.: Колос, 1972. – 351 с.

11. Григорьев, Н. Г. Определение обменной энергии кормов /Н.Г. Григорьев // Кормопроизводство. –1992. – №1. – С. 6–9.

12. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.] // перевод с немецкого Г. Н. Мирошниченко. – М.: Колос, 1974. – 248 с.

13. Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки, 2014. – 236 с.

УДК 634.739.3:736(476)

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСА ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ПИГМЕНТОВ МИКРОЗЕЛЕНИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

А. М. ПАШКЕВИЧ, А. И. ЧАЙКОВСКИЙ

РУП «Институт овощеводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013

Ж. А. РУПАСОВА, В. С. ЗАДАЛЯ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012

(Поступила в редакцию 29.03.2022)

Приведены результаты исследования влияния продолжительности светодиодного освещения (8, 10, 12, 14, 16 час) на содержание в образцах микрозелени капусты белокочанной фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов a и b, β-каротина и ксантофиллов). Установлено, что сокращение продолжительности фотопериода до 8–10 час. способствовало усилению накопления в ней и хлорофиллов, и каротиноидов по сравнению с 12-часовой экспозицией, выбранной в качестве контроля, наиболее значительному при 8-часовом освещении, тогда как при ее увеличении до 14 и 16 час. наблюдался обратный эффект – снижение содержания обеих групп пластидных пигментов, наибольшее при 16-часовом освещении. Показано, что активизация накопления каротиноидов при 8- и 10-часовой экспозициях обусловлена усилением биосинтеза и β-каротина, и ксантофиллов, наиболее выраженным в первом случае. С увеличением же продолжительности воздействия светодиодного освещения на опытные растения до 14 и 16 час. наблюдалось обогащение их β-каротином относительно 12-часовой экспозиции при обеднении ксантофиллами. Установлено, что наиболее насыщенным фондом фотосинтезирующих пигментов в рамках эксперимента характеризовались образцы микрозелени капусты при 10- и особенно при 8-часовой продолжительности светодиодного освещения, тогда как наиболее обедненным – при 14- и особенно при 16-часовой.

Ключевые слова: *микрозелень, белокочанная капуста, фотосинтезирующие пигменты, хлорофиллы, каротиноиды, продолжительность освещения, светодиоды.*

The results of studying the effect of the duration of LED illumination (8, 10, 12, 14, 16 hours) on the content of photosynthetic pigments (chlorophylls a and b, β-carotene and xanthophylls) in cabbage microgreen samples are presented. It has been established that a reduction in the duration of photoperiod to 8–10 h. contributed to an increase in the accumulation of both chlorophylls and carotenoids in it compared with the 12-hour exposure, selected as control, the most significant at 8-hour illumination, while when it was increased to 14 and 16 hours, the reverse effect was observed – a decrease in the content of both groups of plastid pigments, the largest at 16-hour illumination. It has been shown that the activation of carotenoid accumulation at 8- and 10-hour exposures is due to an increase in the biosynthesis of both β-carotene and xanthophylls, which is most pronounced in the first case. With an increase in the duration of exposure to LED lighting on experimental plants up to 14 and 16 hours, their enrichment in β-carotene was observed relative to a 12-hour exposure when they were depleted in xanthophylls. It was found that the most saturated fund of photosynthetic pigments in the experiment was characterized by samples of cabbage microgreens at 10 and especially at 8 hours of LED lighting, while the most depleted – at 14 and especially at 16 hours.

Key words: *microgreens, white cabbage, photosynthetic pigments, chlorophylls, carotenoids, illumination duration, LEDs.*

Введение

В последние годы у населения республики существенно увеличился спрос на продукцию микрозелени овощных культур, в том числе капусты белокочанной, как источника широкого спектра полезных веществ. Вместе с тем значительную роль при ее выращивании в условиях закрытой контролируемой среды играет уровень освещения, являющийся сигналом к росту и развитию растений и одновременно источником энергии для реализации метаболических процессов [1]. При этом ответная реакция растительного организма при адаптации к условиям световой среды проявляется не только в изменениях морфофизиологических показателей, но и в перестройке его светособирающего комплекса [2]. Наиболее важными характеристиками светового режима являются спектральный состав и плотность потока фотонов (интенсивность излучения), но особенно важна продолжительность освещения (фотопериод), играющая первостепенную роль в накоплении фитомассы и синтезе вторичных метаболитов [3]. В мировой практике при производстве микрозелени овощных культур широко используются искусственные источники освещения – светодиоды. Однако видоспецифичный и даже сортоспецифичный характер требований культиваров к условиям освещения обусловил необходимость в проведении исследований по оптимизацию их светового режима, обеспечивающего высокие биопродукционные и биохимические характеристики конечной продукции [4–9]. Тем не менее в зарубежной научной литературе информация по данному вопросу носит весьма ограниченный характер, а в отечественной она отсутствует вовсе.

На наш взгляд, важнейшим критерием ответной реакции растений на условия освещения является характер соответствующих изменений в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов. С целью установления влияния продолжительности светодиодного освещения на основные характеристики фонда фотосинтезирующих пигментов микрозелени капусты белокочанной, в 2020–2021 гг. в РУП «Институт овощеводства» был проведен производственный эксперимент при ее выращивании в условиях светокультуры в фитотроне, оснащённом облучательной фитоустановкой стеллажного типа FLORA LED 300/2/4, предоставленной Государственным научно-производственным унитарным предприятием «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси». Установка оснащена десятью светодиодными светильниками ДСП08-3х12-004 УХЛ4 при продолжительности освещения 8, 10, 12, 14 и 16 час. В качестве контроля было принято значение фотопериода, равное 12 час.

Исследование пигментного фонда микрозелени капусты белокочанной (гибрид *Аватар F1*) осуществляли в лаборатории химии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси с использованием следующих методов. В свежих усредненных пробах растительного материала определяли содержание фотосинтезирующих пигментов – хлорофиллов *a* и *b* по методу Т.Н. Годнева [10, 11], *β*-каротина и суммы каротиноидов – по ГОСТ 8756.22-80 [12]; сухих веществ – по ГОСТ 31640-2012 [13]. Все измерения и определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований с использованием программы *Microsoft Office Excel 2007*.

Основная часть

Повариантный анализ состояния пигментного фонда пластид микрозелени капусты показал, что суммарное содержание хлорофиллов в ее сухой массе было достаточно высоким и изменялось в рамках эксперимента в весьма широком диапазоне, составлявшем 338,7–492,7 мг/100 г, в том числе хлорофилла *a* – 235,8–340,6 мг/100 г, хлорофилла *b* – 102,9–152,1 мг/100 г (табл. 1).

Таблица 1. **Содержание хлорофиллов и каротиноидов (мг на 100 г сухой массы) в микрозелени капусты белокочанной при разной продолжительности светодиодного освещения**

Продолжительность освещения	Хлорофиллы			
	a		*b*	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*
12 час. – Контроль	265,8±1,8		125,8±2,7	
8 час.	340,6±1,4	32,5*	152,1±3,4	6,1*
10 час.	305,7±0,2	21,7*	131,7±2,2	3,4*
14 час.	252,8±0,9	-6,4*	105,9±0,2	-7,2*
16 час.	235,8±0,4	-16,1*	102,9±1,9	-6,9*
	a+b		a/b	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
12 час. – Контроль	391,6±0,9		2,1±0,1	
8 час.	492,7±4,8	20,9*	2,2±0,1	1,7
10 час.	437,4±3,3	13,2*	2,3±0,1	2,9*
14 час.	358,8±0,7	-28,2*	2,4±0,1	4,4*
16 час.	338,7±2,3	-21,8*	2,3±0,1	2,5
	Каротиноиды			
	сумма		ß-каротин	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
12 час. – Контроль	90,6±0,2		32,7±0,5	
8 час.	108,5±0,6	29,7*	44,6±0,3	20,9*
10 час.	103,3±0,4	29,0*	43,2±0,6	13,4*
14 час.	82,2±0,2	-29,0*	49,5±0,5	24,6*
16 час.	76,3±0,6	-22,6*	43,7±0,1	22,1*

	ксантофиллы		*β*-каротин/ксантофиллы		Хлорофиллы/ Каротиноиды	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*
12 час. – Контроль	57,9±0,7		0,6±0,02		4,3±0,1	
8 час.	63,9±0,9	5,3*	0,7±0,01	6,4*	4,5±0,1	3,2*
10 час.	60,1±0,8	2,8*	0,7±0,02	5,8*	4,2±0,1	-2,5
14 час.	32,7±0,7	-25,9*	1,5±0,05	19,9*	4,4±0,1	2,5
16 час.	32,7±0,7	-25,5*	1,3±0,03	22,3*	4,4±0,1	1,8

* – Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p<0,05$.

При этом суммарное содержание каротиноидов в сухом веществе микрозелени капусты варьировалось в рамках эксперимента от 76,3 до 108,5 мг/100 г, в том числе *β* – каротина – от 32,7 до 49,5 мг/100 г, ксантофиллов – от 32,7 до 63,9 мг/100 г. Заметим, что максимальное общее количество как зеленых, так и желтых фотосинтезирующих пигментов в образцах микрозелени капусты установлено при 10- и особенно 8-часовой продолжительности светодиодного освещения, тогда как минимальное – при 14- и особенно при 16-часовой. Вместе с тем производные характеристики пигментного фонда пластид – соотношения количеств хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов слабо зависели от исследуемого фактора, что подтверждалось сравнительной узостью диапазонов их варьирования в рамках эксперимента, соответствовавших значениям 2,1–2,4 и 4,2–4,5, что обусловлено более высокой генетической детерминированностью данных показателей по сравнению с количественными параметрами накопления фотосинтезирующих пигментов. Что касается соотношения количеств *β*-каротина и ксантофиллов, то диапазон его варьирования соответствовал области 0,6–1,5, причем при продолжительности светодиодного освещения в пределах 8–12 ч значения данного показателя были сопоставимы между собой, составляя 0,6–0,7, что свидетельствовало о приоритетной роли ксантофиллов в каротиноидном комплексе микрозелени в этих вариантах опыта. При увеличении же длительности фотопериода значения указанного соотношения уже достигали 1,3–1,5, особенно в варианте с 14-часовой его продолжительностью освещения, что указывало на усиление в их каротиноидном комплексе позиций наиболее ценного его компонента – *β*-каротина.

Сопоставление анализируемых характеристик пигментного фонда микрозелени капусты в контроле и в вариантах опыта с разной продолжительностью светодиодного освещения выявило существенные различия как в содержании, так и в соотношении его основных компонентов. Как следует из табл. 2, при сокращении длительности воздействия исследуемого фактора на растения до 8–10 час. наблюдалось более активное, чем в контроле, накопление в них и зеленых, и желтых пластидных пигментов.

Таблица 2. **Относительные различия с контролем вариантов опыта с разной продолжительностью светодиодного освещения по содержанию хлорофиллов и каротиноидов в сухом веществе микрозелени капусты белокочанной, %**

Продолжительность освещения	Хлорофиллы					
	a	b	a+b		a÷b	
1	2	3	4		5	
8 час.	+28,1	+20,9	+25,8		-	
10 час.	+15,0	+4,7	+11,7		+9,5	
14 час.	-4,9	-15,8	-8,4		+14,3	
16 час.	-11,3	-18,2	-13,5		–	
	Каротиноиды				Хлорофиллы ÷ Каротиноиды	Совокупный эффект*)
	сумма	ß-каротин	ксантофиллы	ß-карот. ÷ ксантофиллы		
8 час.	+19,8	+36,4	+10,4	+16,7	+4,7	+141,4
10 час.	+14,0	+32,1	+3,8	+16,7	-	+81,3
14 час.	-9,3	+51,4	-43,5	+150,0	-	-30,5
16 час.	-15,8	+33,6	-43,5	+116,7	-	-68,7

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при $p<0,05$; *) – Совокупный эффект установлен путем сложения данных столбцов 2, 3, 4, 6, 7 и 8, с учетом их знака.

Это подтверждалось весьма заметным превышением контрольного уровня накопления в них и хлорофиллов, и каротиноидов соответственно на 12–26 % и 14–20 %, наибольшим при 8-часовом освещении. Вместе с тем при увеличении продолжительности освещения до 14 и 16 час наблюдался обратный эффект – снижение содержания обеих групп пластидных пигментов относительно контроля соответственно на 8–14 % и 9–16 %, наиболее значительное при 16-часовом освещении.

Заметим, что только на фоне 10- и 14-часового фотопериода темпы биосинтеза хлорофилла *a* превышали таковые хлорофилла *b* по сравнению с контролем, что подтверждалось на 10 и 14 % более высоким соотношением их количеств при отсутствии достоверных различий в этом плане при 8- и 16-часовом освещении. Более высокое, чем в контроле, содержание каротиноидов в микрозелени капусты при 8- и 10-часовой продолжительности освещения было обусловлено активизацией накопления как *β*-каротина, так и ксантофиллов, соответственно на 32–36 % и 4–10 %, наиболее выраженной в первом случае (табл. 2). С увеличением же времени воздействия освещения на опытные растения до 14 и 16 ч наблюдалось обогащение их *β*-каротином соответственно на 51 и 34 % по сравнению с контролем, сопряженное в обоих случаях с обеднением на 44 % ксантофиллами, что привело к весьма

значительному увеличению соотношения их количеств. Вместе с тем, несмотря на показанные выше межвариантные различия в пигментном комплексе пластид микрозелени капусты, продолжительность светодиодного освещения не оказала значимого влияния на темпы биосинтеза хлорофиллов и каротиноидов, что подтверждалось отсутствием различий опытных вариантов с контролем в соотношении содержания хлорофиллов и каротиноидов (табл. 2). Лишь при 8-часовой экспозиции данный показатель оказался незначительно (не более чем на 5 %) достоверно выше, что указывало на преимущественное усиление в этом случае биосинтеза зеленых пигментов.

Таким образом, выявленные межвариантные различия в составе пигментного комплекса пластид микрозелени капусты свидетельствовали о существенном влиянии исследуемого фактора на его формирование. С целью выявления продолжительности светодиодного освещения, обеспечивающей максимальное и минимальное накопление фотосинтезирующих пигментов по сравнению с контролем, для каждого варианта опыта были определены суммарные значения относительных размеров положительных и отрицательных различий с последним по общему количеству хлорофиллов и каротиноидов, а также по содержанию основных форм данных пигментов. Возвращаясь к табл. 2, нетрудно убедиться, что только при 8- и в меньшей степени 10-часовой продолжительности светодиодного освещения были установлены на 81–141 % более высокие, чем при 12-часовой, принятой в качестве контроля, значения совокупности обозначенных признаков, что свидетельствовало о большей насыщенности пигментного фонда опытных образцов фотосинтезирующими пигментами. На наш взгляд, это указывало на более значительные, чем у контрольных растений, потенциальные возможности микрозелени капусты к осуществлению синтетических процессов в этих вариантах опыта. Вместе с тем при увеличении продолжительности освещения до 14 и 16 час. были установлены на 31 и 69 % более низкие, чем в контроле, значения данного показателя, что однозначно свидетельствовало об ослаблении фотосинтетической функции у растений этих вариантов опыта.

В соответствии со снижением данного показателя, указывающим на обеднение пигментного фонда микрозелени капусты под действием исследуемого фактора, было проведено распределение вариантов опыта с разной продолжительностью светодиодного освещения следующим образом:

8 часов> 10 часов> 12 часов> 14 часов> 16 часов

Заключение

В результате исследования влияния продолжительности светодиодного освещения (8, 10, 12, 14, 16 ч) на содержание в образцах микрозелени капусты белокочанной (гибрид *Аватар F1*) фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов *a* и *b*, *β*-каротина и ксантофиллов) установлено, что сокращение продолжительности фотопериода до 8–10 часов способствовало усилению накопления в ней и хлорофиллов, и каротиноидов по сравнению с 12-часовой экспозицией, выбранной в качестве контроля, наиболее значительному при 8-часовом освещении, тогда как при ее увеличении до 14 и 16 ч наблюдался обратный эффект – снижение содержания обеих групп пластидных пигментов, особенно при 16-часовом освещении. Показано, что активизация накопления каротиноидов при 8- и 10-часовой экспозициях обусловлена усилением биосинтеза и *β*-каротина, и ксантофиллов, наиболее выраженным в первом случае. С увеличением же продолжительности воздействия светодиодного освещения на опытные растения до 14 и 16 ч наблюдалось обогащение их *β*-каротином относительно 12-часовой экспозиции при обеднении ксантофиллами.

Установлено, что наиболее насыщенным фондом фотосинтезирующих пигментов в рамках эксперимента характеризовались образцы микрозелени капусты при 10- и особенно при 8-часовой продолжительности светодиодного освещения, тогда как наиболее обедненным – при 14- и особенно при 16-часовой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meng, Q. Substituting green or far-red radiation for blue radiation induces shade avoidance and promotes growth in lettuce and kale/ Q. Meng, N. Kelly, E. S. Runkle. − Environmental and Experimental Botany, 2019. − Vol. 162. − P. 383–391.

2. Анисимов, А. А. Влияние узкополосного красно-синего освещения на пигментный комплекс некоторых декоративных растений / А. А. Анисимов // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых: материалы региональной научно-практической конференции молодых учёных, Тюмень, 5 февраля 2014 г. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья; редкол.: О. М. Шевелёва (гл. ред.) [и др.]. −Тюмень, 2014. − С. 8–12.

3. Оптимизация светодиодной системы освещения витаминной космической оранжереи / Авиакосмическая и экологическая медицина, 2016. − Т. 50, № 3. − С. 17–23.

4. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens / X. Zhang [et al.]. − Trends in Food Science & Technology, 2020. − Vol. 99. − P. 1–15.

5. Blue and Red LED Illumination Improves Growth and Bioactive Compounds Contents in Acyanic and Cyanic Ocimum basilicum L. microgreens / Z. Andrei [et al.]. − Molecules, 2017. − Vol. 22. − № 2111. − P. 1–14.

6. Brazaitytė, A. Changes in mineral element content of microgreens cultivated under different lighting conditions in a greenhouse/ A. Brazaitytė, V. Vaštakaitė-Kairienė, A. Viršilė. − Acta Horticulturae, 2018. − Vol. 1227. − P. 507–516.

7. Comparison of LED and HPS illumination effects on cultivation of red pak choi microgreens under indoors and greenhouse conditions / A. Brazaitytė [et al.]. − Istanbul, Turkey: 30th International Horticultural Congress, 2020 −Vol. 1287. − P. 395–402.

8. Kong, Y. Growth and morphology responses to narrow-band blue light and its co action with low-level UVB or green light: A comparison with red light in four microgreen species. Environmental and Experimental Botany / Y. Kong, Y. Zheng, 2020. − Vol.178. − № 104189. − P. 1–11.

9. Light Intensity and Light quality from Sole-source Light-emitting Diodes Impact Phytochemical Concentrations within Brassica Microgreens / J. Craver [et al.]. − Journal of the American Society for Horticultural Science, 2017. − Vol. 142. − № 1. − P. 3–12.

10. Годнев, Т. Н. Хлорофилл: его строение и образование в растении / Т. Н. Годнев. – Минск: Изд-во Акад. наук БССР, 1963. – 318 с.

11. Фотосинтез. Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов / авт.-сост. Л. В. Кахнович. – Минск: Изд-во Белорус. гос. ун-та, 2003. – 88 с.

12. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина: ГОСТ 8756.22-80. Введ. 01.01.81. Дата последнего изменения 13.07.2017 – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 6 с.

13. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введен 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

УДК 664.788.3

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ЗАМАЧИВАНИЯ И ПРОРАЩИВАНИЯ

В. А. ШАРШУНОВ, Е. Н. УРБАНЧИК, А. С. БАРАШКОВ, Л. В. ШУСТОВА

УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь, 212027

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

В Республике Беларусь среди отраслей растениеводства зерновое хозяйство является основным. На его долю, на протяжении многих лет, приходится 41,2–46,7 % всех посевных площадей.

Гречиха является основной крупяной культурой в Республике Беларусь. Содержание белка в гречихе составляет около 10 %, но по питательности и усвояемости белок значительно превосходит белок зерновых злаковых культур, приближаясь к белку животного происхождения, о чем свидетельствует содержание незаменимых аминокислот, таких как: аргинин (12,7 %), лизин (7,9 %), цистин (1,0 %) и др. Кроме того, в ее состав входят лимонная, малеиновая и щавелевая кислоты, которые способствуют лучшей переваримости пищи. Углеводы в гречихе представлены в основном крахмалом, содержание которого составляет (65–70 %), жира содержится около 3 %, который относится к невысыхающим маслам (йодное число меньше 85), поэтому гречневая крупа не прогоркает даже при длительном хранении. Содержание клетчатки в гречневой крупе пониженное 1,5–2,0 %. Плоды гречихи также богаты витаминами B1 (тиамин), B2 (рибофлавин), PP (никотиновая кислота), P (рутин) и др. Особый интерес с точки зрения медицины представляет рутин. На основе его изготавливают лекарства, применяемые для профилактики лечения многих заболеваний. Рутин восстанавливает нарушенную деятельность сердечно-сосудистой системы, обладает общеукрепляющим свойством [7].

Изучены физико-химические и семенные свойства зерна гречихи белорусской селекции. Установлено, что зерно гречихи обладает высокими значениями энергии прорастания (80 ± 5) % и всхожести (86 ± 6) % и может быть рекомендовано для проращивания и получения биологически активного зернового сырья. Получены аналитические зависимости изменений физико-химических свойств зерна гречихи в процессе проращивания, которые позволяют прогнозировать изменения, происходящие с зерном в диапазоне от 1 ч до 35 ч проращивания. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования зерна гречихи белорусской селекции для производства биологически активного сырья и его реализации на пищевые цели.

Ключевые слова: *зерно, гречиха, проращивание, биологически активное сырье, пищевая ценность, физико-химические свойства.*

In the Republic of Belarus, among the branches of crop production, grain farming is the main one. For many years, it has accounted for 41.2–46.7 % of all sown areas.

Buckwheat is the main cereal crop in the Republic of Belarus. The protein content in buckwheat is about 10 %, but in terms of nutritional value and digestibility, the protein significantly exceeds the protein of cereal crops, approaching the protein of animal origin, as evidenced by the content of essential amino acids, such as: arginine (12.7 %), lysine (7.9 %), cystine (1.0 %), etc. In addition, it contains citric, maleic and oxalic acids, which contribute to better digestibility of food. Carbohydrates in buckwheat are represented mainly by starch, the content of which is 65–70 %, fat content is about 3%, which belongs to non-drying oils (iodine number less than 85), so buckwheat does not go rancid even during long-term storage. The fiber content in buckwheat is reduced (1.5–2.0 %). Buckwheat fruits are also rich in vitamins B1 (thiamine), B2 (riboflavin), PP (nicotinic acid), P (rutin), etc. Of particular interest from the point of view of medicine is rutin. Based on it, medicines are used to prevent the treatment of many diseases. Rutin restores the disturbed activity of the cardiovascular system, has a restorative property.

The physicochemical and seed properties of buckwheat grain of Belarusian selection have been studied. It has been established that buckwheat grain has high germination energy (80 ± 5) % and germination (86 ± 6) % and can be recommended for germination and obtaining biologically active grain raw materials. Analytical dependences of changes in the physicochemical properties of buckwheat grain during germination were obtained, which make it possible to predict changes that occur with grain in the range from 1 hour to 35 hours of germination. The obtained results testify to the prospects of using Belarusian buckwheat grain for the production of biologically active raw materials and its sale for food purposes.

Key words*: grain, buckwheat, germination, biologically active raw materials, nutritional value, physical and chemical properties.*

Введение

В последние годы внимание ученых разных стран направлено на разработку продуктов, позволяющих предотвратить риск развития социально значимых заболеваний и предотвратить негативные последствия влияния экологических факторов. Об этом свидетельствует большое количество публикаций и исследований в области разработки функциональных, обогащенных и специализированных продуктов питания [1–3].

Зерно является важнейшим стратегическим продуктом, определяющим стабильное функционирование аграрного рынка и продовольственную безопасность страны. Зерновое производство – главная и решающая основа развития всех отраслей сельского хозяйства, а также многих перерабатывающих отраслей промышленности. Все это исторически определило значение и место зерна и продуктов его переработки в питании – они стали продуктами массового и повседневного потребления человека [4–6].

Ряд исследований, проведенных учеными различных стран, посвящен технике и технологии пророщенного зерна и продукции с его использованием. Однако в литературе отсутствует информация о технологических свойствах биологически активного зерна гречихи, влиянии физико-химических показателей на протекание процессов при его производстве. Учитывая уникальность свойств пророщенного зерна, несомненным фактом является то, что пищевая ценность пророщенных зерен гречихи и овса значительно выше продуктов их переработки, так как большая часть полезных веществ находится в зародыше зерна. Это и различные витамины, и необходимые организму жирные кислоты.

Целью исследований является повышение эффективности производства биологически активного зернового сырья, за счет изучения процесса проращивания зерна гречихи.

Основная часть

Потребление рафинированных зерновых продуктов приводит к дефициту в рационе питания ценных биологически активных нутриентов и пищевых волокон. Проблема частично решается путем потребления цельного или пророщенного зерна злаковых, бобовых и других сельскохозяйственных культур. Сегодня производство проращенных семян является одной из быстро развивающихся во всем мире отраслей пищевой индустрии. Например, в США около 10 % населения регулярно употребляет в пищу проростки, ежегодный объем производства которых составляет около 300 тыс. т на сумму более 250 млн дол. США [8]. В связи с этим особую значимость приобретают продукты питания на основе биологически активного (пророщенного) зерна злаковых культур, обладающих уникальными потребительскими свойствами, в том числе функциональной направленности.

При прорастании зерна происходит ферментация углеводов и белков, вследствие чего улучшается доступ к питательным элементам. Именно во время прорастания росток обладает наибольшей пищевой ценностью. Пророщенные зерна гречихи содержат малое количество жиров, что позволяет применять их в диетологии. Продукт богат клетчаткой, которая очищает кишечник и создает благотворную микрофлору для жизни полезных бактерий [9–12].

В научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий проведены научные исследования по изучению технологии проращивания зерна гречихи и применению получаемого сырья в производстве функциональных продуктов питания.

На первом этапе исследований были отобраны пробы зерна гречихи. Образцы зерна в лабораторных условиях очищали на сепараторе QUATUOR 2 Chopin. Сорная примесь в пробе составила 1,8±0,2 %, в том числе минеральная 0,1 %, вредная примесь не обнаружена, зерновая примесь составила 2,0±0,4 %, зараженность вредителями хлебных запасов не обнаружена. Визуальная оценка показала, что в образцах исследуемого зерна не обнаружено проросшего в поле зерна, отсутствуют посторонние запахи, оболочки тонкие и бесцветные.

Возможность прорастания зерна гречихи оценивали по семенным свойствам зерна, которые включали показатели – энергия прорастания и жизнеспособности [13–14]. Также были исследованы физико-химические свойства зерна гречихи. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблицы 1. **Физико-химические и семенные свойства зерна гречихи**

Показатели		Значение
Жизнеспособность, %		86 ±6
Энергия прорастания, %		80 ±5
Всхожесть, %	нормально проросшие	87 ±4
	ненормально проросшие	6 ±3
	набухшие	3 ±2
	загнившие	4 ± 2
Натура, г/л		760 ±2,0
Масса 1000 зерен, г		22,92 ±1,05
Плотность зерновки, г/см^3		1,26 ±0,10
Объем зерновки, мм^3		0,69 ±0,24

Результаты исследований показывают, что для зерна гречихи из жизнеспособных зерен 80–92 % фактически прорастает 75–85 %. Установлено, что все исследуемые образцы гречихи имеют высокие значения семенных свойств. Следовательно, являются пригодным для проращивания.

При сравнении показателей семенных свойств установлено, что наиболее объективным показателем семенных свойств является энергия прорастания семян, которая определяется в течение 3 суток проращивания. Однако классические методы анализа семенных свойств занимают продолжительное время: определение энергии прорастания – 72 часа, подготовка зерна к анализу на жизнеспособность – 16–18 часов. С целью сокращения времени определения семенных свойств, экспресс анализ

жизнеспособности гречихи проводили на портативном анализаторе GermPro. В результате, при использовании классических методов анализа, процесс контроля пригодности партий зерна для проращивания сокращается с нескольких суток до 30 минут. Зависимость энергии прорастания от жизнеспособности зерна гречихи представлена на рис. 1.

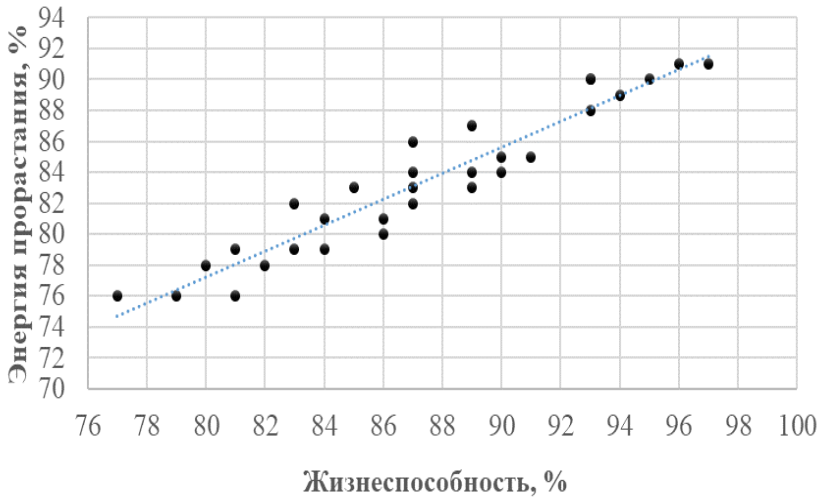


Рис. 1. Зависимость энергии прорастания от жизнеспособности зерна гречихи

Получена линейная зависимость между показателями энергии прорастания и жизнеспособности зерна гречихи. Высокая корреляционная зависимость между показателями энергия прорастания и жизнеспособность (r = 0,95) позволяет рекомендовать использование экспресс анализа жизнеспособности зерна гречихи на портативном анализаторе GermPro для прогнозирования возможности использования партий зерна гречихи для получения биологически активного сырья.

Следующий этап исследований включал замачивание и проращивание зерна с целью определения изменений, происходящих в зерне гречихи при прорастании: влияние процесса на физико-химические свойства зерна гречихи: влажность, массу, объём и водопоглащение.

Влажность зерна влияет на технологические процессы переработки пророщенного зерна. Изменение объёма и массы зерна при проращивании необходимо учитывать при выборе замочных емкостей и степени заполнения их зерном и водой. Степень водопоглащения позволяет установить номинальное количество воды, необходимое для замачивания зерна. Проращивание зерна гречихи проводили воздушно-водяным способом в термостате при температуре воздуха (25 ± 0,5) °С и относительной влажности воздуха (75 ± 2) %. Сушку проростков проводили до влажности 13,0–14,0 % при температуре (55 ± 0,5) °С в течение (8,0 ± 0,5) ч на лабораторной сушилке [15].

Установлено, что значение плотности и зольности зерна гречихи в процессе проращивания изменяется незначительно. Плотность зерна с 1,14 г/см^3 снизилась до 1,11 г/см^3, а показатель зольности в процессе проращивания зерна гречихи увеличивается с 1,7 % до 1,8 %. Содержание протеина уменьшается на 12,6 % по отношению к исходному его количеству. На рис. 2 представлены данные по изменениям влажности, массы 1000 зерен, кислотности и водородного показателя pH у зерна гречихи при проращивании в течение 35 ч.

На основании результатов исследований установлено, что с увеличением времени проращивания масса 1000 зерен гречихи возрастает, максимальная масса при проращивании достигает 42,4 г при проращивании в течение 30 ч. Влажность зерна гречихи увеличивается неравномерно, в период с 15 ч до 20 ч проращивания изменение влажности происходит наиболее интенсивно с (33,8 % до 41,8 %), максимальное значение достигается при 25 часах проращивания и составляет 41,8 %, уровень pH в процессе проращивания зерна гречихи изменяется незначительно (от 6,1 до 6,6) и близок к нейтральному значению, в то время как кислотность зерна существенно возрастает – с 3,0 градусов до 8,8 градусов кислотности.

Рис. 2. Изменение кислотности и водородного показателя pH зерна гречихи при проращивании

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающее изменение физико-химических показателей исследуемых культур в процессе проращивания. Полученные результаты позволяют установить номинальное количество воды, необходимое для замачивания зерна и степень заполнения замочных емкостей зерном и водой при проращивании зерна гречихи.

Заключение

Изучены физико-химические и семенные свойства зерна гречихи белорусской селекции. Установлено, что зерно гречихи обладает высокими значениями энергии прорастания (80 ± 5) % и всхожести (86 ± 6) % и может быть рекомендовано для проращивания и получения биологически активного зернового сырья. Получены аналитические зависимости изменений физико-химических свойств зерна гречихи в процессе проращивания, которые позволяют прогнозировать изменения, происходящие с зерном в диапазоне от 1 ч до 35 ч проращивания. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования зерна гречихи белорусской селекции для производства биологически активного сырья и его реализации на пищевые цели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 1 / под общ. Ред. З. В. Ловкис / Науч.-практ. центр Нац. Акад. наук Беларуси по продовольствию. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 346 с.

2. Clark, M. The Role of Healthy Diets in Environmentally Sustainable Food Systems / M. Clark, J. Macdiarmid, A. Jones, J. Ranganathan, M. Herrero, J. Fanzo // Food and Nutrition Bulletin. – 2020. – № 41(25). – P. 531–558.

3. De, L. Healthy food for healthy life / L. De, D. Tulipa // J. of Global Biosciences. – 2019. – № 8(9). – P. 6453–6468.

4. Зерновые культуры [Электронный ресурс] – 2021 – URL: https://universityagro.ru/растениеводство/зерновые-культуры – (дата обращения 13.01.2022).

5. Экономика производства зерна [Электронный ресурс] – 2021 – URL: https://studwood.ru/1501643/ekonomika/ekonomika-_proizvodstva_zerna – Дата обращения 28.12.2021.

6. Зерновое хозяйство [Электронный ресурс] – 2021 – URL: https://www.webkursovik.ru/kartgotrab.asp?id=-127615 – Дата обращения 28.12.2021.

7. Химический состав гречихи [Электронный ресурс] – 2021 – URL: http://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/550/1/ecd2253.pdf – (дата обращения 10.01.2022).

8. Рождественская, Л. Н. Обоснование перспективных направления проектирования продуктов функционального питания / Л. Н. Рождественская, Е. С. Бычкова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 14–16.

9. Шаршунов, В. А. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, М. Н. Галдова // Известия Национальной академии наук Беларуси. Сер. агр. наук. – 2016. – № 4. – С. 118–125.

10. Enhanced efficiency of dissolved air flotation for biodiesel wastewater treatment by acidification and coagulation processes / C. Rattanapan [et al.] // Desalination. – 2011. – Vol. 280. – P. 370–377.

11. Dassey, A. J. Asessing the suitability of coagulation pretreatment on poultry processing wastewater for optimized dissolved air flotation: Master of Science in Biological and Agricultural Engineering / A. J. Dassey. – Louisiana State University, 2010. – 136 p.

12. Components of a bioflocculant for treating tannery wastewater / Y. Qinhuan [et al.] // J. Residuals Sci. Technol. – 2015. – Vol. 12, № 2. – P. 99–103.

13. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания: ГОСТ 10968-88 – М.: Стандартинформ, Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 6 с.

14. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности: ГОСТ 12039-82 – М.: ИПК Издательство стандартов, Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 40 с.

15. Способ оптимизации проращивания зерна или семян по методу поэтапного воздушно-водяного замачивания: пат. 20250 С2. Респ. Беларусь / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта; заявитель Могил. гос. ун-т прод. – № а 20130033; заявл. 30.06.2013; опубл. 30.08.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 4. – С. 77.

УДК 633.63:631.582.1+631.559+631.816

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ САХАРНОЙ И ЕЕ КАЧЕСТВО ПРИ БЕССМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Л. Д. ГЛУЩЕНКО, Р. В. ОЛЕПИР, А. И. ЛЕНЬ, М. П. СОКИРКО

Полтавская государственнаясельскохозяйственная опытная станция
имени Н. И. Вавилова ИС и АПП НААН,
г. Полтава, Украина, 36014

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

На Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства на черноземе типичном среднегумусном тяжелосуглинистом в подзоне неустойчивого увлажнения Левобережной Лесостепи Украины проводились исследования по изучению динамики продуктивности свеклы сахарной при бессменном выращивании. Погодные условия за время проведения эксперимента с бессменным посевом свеклы сахарной существенно различались между собой. Максимальные средние показатели температуры воздуха и количества осадков относительно минимальных, за вегетацию этой культуры, а также сельскохозяйственный год в целом, были больше, соответственно на 25,6; 44,8 %, и 156,0 и 74,0 %.

Отмечено, что урожайность корнеплодов свеклы сахарной и ее качество, как монокультуры были динамичны по годам. Величина этих показателей зависела как от антропогенных факторов (севооборот, монокультура, сорт, гибрид, система удобрения), так и от природных (температурный и водный режимы). Проведенная математическая обработка урожайных данных корнеплодов свеклы сахарной и качества, различных сортов и гибридов, их взаимосвязь с разными системами удобрения, температурным и водным режимами показала прямую и обратную зависимость между собой.

Ключевые слова: *свекла сахарная, бессменный посев, природные и антропогенные факторы, динамика продуктивности.*

At the Poltava State Agricultural Experimental Station named after N.I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production on a typical medium-humus heavy loamy chernozem in the subzone of unstable moisture of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, studies were carried out to study the dynamics of sugar beet productivity during permanent cultivation. The weather conditions during the experiment with the permanent sowing of sugar beet differed significantly from each other. The maximum average indicators of air temperature and precipitation relative to the minimum for the growing season of this crop, as well as the agricultural year as a whole, were higher, respectively, by 25.6; 44.8 %, and 156.0 and 74.0 %.

It was noted that the yield of sugar beet root crops and its quality, as monocrop, were dynamic over the years. The value of these indicators depended both on anthropogenic factors (crop rotation, monocrop, variety, hybrid, fertilization system) and natural factors (temperature and water regimes). The mathematical processing of yield data of sugar beet root crops and quality, various varieties and hybrids, their relationship with different fertilizer systems, temperature and water regimes showed a direct and inverse relationship between them.

Key words*: sugar beet, permanent sowing, natural and anthropogenic factors, productivity dynamics.*

Введение

Сахарная свекла, среди технических сельскохозяйственных культур, по своему народнохозяйственному значению в Украине играет ведущую роль. Она является единственным основным технологическим материалом для сахарной промышленности страны.

В последние годы из-за ряда экономических и организационно-хозяйственных причин существенно сузилась специализация хозяйств. Аграрное производство сосредоточилось на выращивании отдельных экономически привлекательных культур для внутреннего и внешнего рынка. Следствием такой трансформации стали существенные изменения в структуре севооборотов, степени насыщенияих сельскохозяйственными культурами и превращение их в короткоротационные [1, 2].

Одним из источников, на основе которого возможно изучать проблемы таких севооборотов или повторных посевов, является обобщение результатов исследования с бессменным выращиванием сельскохозяйственных культур. Такие исследования проводятся в различных странах мира, в том числе и в Украине [3–6].

Из зарубежных длительных стационаров – всемирно известные эксперименты Ротамстедской опытной станции в Англии с удобрениями бессменной пшеницы, ячменя и многолетних трав, заложенные между 1843 и 1855 гг. На протяжении 145 лет (с 1875 г.) ведется опыт с удобрениями в Гриньоне (Франция) в севообороте озимая пшеница – сахарная свекла. С 1878 г. продолжается опыт с бессменной рожью в Галле – Германия. Бессменные посевы кукурузы и возделывание ее в 2–3-польных севооборотах изучаются более 140 лет (с. 1876 г.) в Иллинойском университете (США) и др. [7–10].

Первым директором Полтавского опытногополя Б. П. Черепахиным, впервые в Украине, а также и в бывшей Русской империи, с 1884 года было начато исследование, которое продолжается и до сих пор, с бессменным посевом ржи озимой на темно-серой оподзоленной почве [9].

Позднее (1912 г.) исследования с бессменным выращиванием сельскохозяйственных культур начали проводить в Тимирязевской сельскохозяйственной академии и Мироновкой опытной станции, ныне Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесла [11].

В Украине одним из основных ограничивающих факторов высокой продуктивности культуры являются недостаточные запасы доступной влаги в почве и их неравномерное распределение как за вегетацию растений, так и в целом за сельскохозяйственный год. Ежегодные отклонения урожайности от среднестатистического значения обуславливается погодными условиями определенного года [13].

Многими учеными-аграриями установлено и предоставлена информация о том, что растения сельскохозяйственных культур различным образом реагируют на многолетнее выращивание их на одном месте и, как правило, продуктивность этих посевов ниже, чем в севооборотах [12, 13].

Причины здесь бывают разные: одностороннее истощение в почве питательных элементов, а также интенсивное размножение вредителей и болезней, для которых образуются благоприятные условия. Кроме того, при таком выращивании сельскохозяйственных культур развивается, и усиливается в системе почва-растение влияние отрицательных биологических (токсические выделения растений, накопление фитопатогенных бактерий, грибов и других вредных микроорганизмов), химических и физических факторов, которые вызывают явление почвоутомления, и, как результат, все это приводит к снижению продуктивности посевов.

Цель исследований – определить влияние длительного действия комплекса факторов (антропогенных и естественных) на изменение урожая свеклы сахарной и её качества, выращиваемой на одном месте на протяжении значительного периода времени с различными температурными и водными режимами.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле Полтавской государственной сельскохозяйственной-опытной станции имени Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства НААН Украины. Географические координаты опыта: широта $49^0 40^/$ св. ш., долгота $34^0 57^/$ вс. д. Высота над уровнем моря 131 м.

Почва – чернозём типичный среднегумусный тяжелосуглинистый на лессовой породе. В слое 0–20 см на поле, где проводятся исследования, почва характеризуется следующими агрохимическими и агрофизическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,9–5,2 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 119,1–127,1 мг/кг, подвижного фосфора в уксуснокислой вытяжке (по Чирикову) – 100,0–131,0 мг/кг, обменного калия (по Масловой) – 171,0–200,0 мг/кг. Плотность почвы – 1,05–1,17 г/см^3. Наименьшая полевая влагоемкость –29,2–31,5 %. Полная влагоемкость – 39 %. Диапазон активной влаги – около 25 мм. Влажность разрыва капиллярных связей – 20–22 %.

Количество полей в натуре – 1. Общая площадь под опытом 8640 м^2, учетная – 60,4 м^2. Количество повторений – 1. Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1. **Средняя урожайность корнеплодов сахарной свеклы при бессменном выращивании и различных систем удобрения, т/га**

Сорта, гибриды	Система удобрений				
	без удобрений (контроль)	$N_{90}P_{110}K_{110}$	навоз 20т/га+ $N_{90}P_{110}K_{110}$	навоз 20т/га+ $N_{60}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{160}K_{160}$
Белоцерковский полигибрид*	39,9	40,9	44,8	51,6	45,7
Белоцерковский полигибрид	27,1	31,1	34,6	36,0	36,2
Веселоподолянский односеменный 29	18,6	27,3	29,9	29,8	31,4
Белоцерковский односеменной 45	19,3	28,2	29,5	26,1	29,4
Ворскла (F_1)	22,8	32,5	36,4	38,2	23,1
Веселоподолянский односеменный 29	23,0	27,0	29,3	29,7	23,4

*показатели за первый год выращивания.

На протяжении 35 лет высевали 4 сорта и гибриды свеклы сахарной, которые имели различный генетический потенциал по продуктивности. Из них Веселоподолянский односемянный 29 выращивали в два периода с промежутком в 6 лет.

Водный и температурный режимы за время проведения исследований существенно отличались между собой (табл.1). Осадки распределялись неравномерно и, в частности, в первый год исследований за вегетацию и за сельскохозяйственный год их выпало 543,9 и 766,3 мм, тогда как при выращивании Веселоподолянский односемянный 29, соответственно 212,5 и 440,3 мм.минимальные и максимальные средние температуры,за эти периоды времени, соответствовали таким показателям: 16,4; 6,7 ^{0}С и 20,6;

9,7 ^{0}С. Такие различные погодные условия, естественно,неодинаковым образом влияли на рост и развитие растений, ее продуктивность и качественные показатели.

Наблюдения за урожайностью корнеплодов свеклы сахарной, как монокультуры, дали возможность установить динамичность ее по годамисследований(табл.1). Самой высокой она была впервый годпроведения опыта, когда эта культура высевалась после пшеницы озимой и фактически выращивалась в севообороте. Если взять этот показатель за 100 %, то он на неудобренных делянках (контроль) уменьшился: Белоцерковского полигибрида до 68 %; Веселоподолянский односемянный – 29–47 %; Белоцерковский односемянный – 45–48 %; Ворскла (F_1) – 57 %; Веселоподолянский односемянный – 29–58 %. На удобренных делянках продуктивность, относительно первого года выращивания, также соответственно сортам и гибридам понизилась, но разница между этими показателями была менее существенной: $N_{90}P_{110}K_{110}$ – 76, 67, 69, 79, 66%; навоз20 т/га+$N_{90}P_{110}K_{110}$ – 77, 67, 66, 81, 65%; навоз20 т/га + $N_{60}P_{40}K_{60}$ – 70, 58, 51, 74, 58 %; $N_{120}P_{160}K_{160}$ – 79, 69, 64, 51, 51 %.

Проведенная математическая обработка урожайных данных и их взаимосвязь с погодными условиями и системами удобрения дала возможность установить следующую зависимость:

– продуктивность свеклы сахарной и средняя температура воздуха за ее вегетацию имела такую корреляционною зависимость, соответственно по вариантам: -0,59; -0,64; -0,58 (вар.1,3,4) – средняя обратная и -0,67; -0,91 (вар.2,5) – высокая обратная, а за сельскохозяйственный год в целом: -0,65; -0,62; -0,62 (вар. 2, 3, 4) – средняя обратная и -0,74; -0,99 (вар. 1,5) – высокая обратная;

– продуктивность и количество осадков находились в высокой положительной корреляционной зависимости между собой, независимо от системы удобрения и, соответственно, за вегетацию растений и сельскохозяйственный год имели такие величины: 0,81 (вар. 5) – 0,91 (вар. 2) и 0,73 (вар. 4) – 0,93 (вар. 5).

Содержание сахара в корнеплодах на протяжении проведения опыта изменялось, но величина его не имела прямой зависимости от времени проведения эксперимента, а в большей степени зависела от сорта, гибрида, системы удобрений, погодных условий. Следует отметить, что амплитуда колебания между этими величинами происходила на невысоком уровне (табл. 2).

Таблица 2. **Средние показатели содержания сахара в корнеплодах свеклы сахарной и его выход**

Сорта, гибриды	Показатели	Система удобрений					Средняя температура воздуха, ^{0}С		Количество осадков, мм	
		без удобрений (контроль)	$N_{90}P_{110}K_{110}$	навоз 20т/га+ $N_{90}P_{110}K_{110}$	навоз 20т/га+ $N_{60}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{160}K_{160}$	за вегетацию (1.05. – 1.10)	за с. –х. год	за вегетацию 1.05. – 1.10)	за с. –х. год
Белоцерковский полигибрид*	сахара, %	15,4	16,2	15,0	16,2	14,3	16,4	6,7	543,9	766,3
	сахара, т/га	6,14	6,63	6,72	8,36	6,54				
Белоцерковский полигибрид	сахара, %	15,9	15,6	15,5	15,0	16,2	17,8	7,7	258,5	667,4
	сахара, т/га	4,31	4,85	5.36	5,40	5,86				
Веселоподолянский односемянный 29	сахара, %	16,2	15,8	15,8	15,9	15,7	18,0	8,2	282,7	503,2
	сахара, т/га	3.01	4,31	4,72	4,74	4,93				
Белоцерковский полигибрид	сахара, %	15,5	14,5	13,8	14,4	13,3	18,1	8,7	300,9	581,0
	сахара, т/га	2,99	4,09	4,07	3,76	3,91				
Ворскла (F_1)	сахара, %	18,2	18,5	16,7	16,8	17,5	19,2	9,7	292,1	505,1
	сахара, т/га	4,15	6,01	6,08	6,42	4,04				
Веселоподолянский односемянный 29	сахара, %	15,6	16,2	15,6	15,6	16,0	20,6	9,3	212,5	440,3
	сахара, т/га	3,59	4,37	4,57	7,18	3,74				

*показатели за первый год выращивания.

Самым большим этот показатель был у гибрида Ворскла (F_1) и на делянках без удобрений (контроль) равнялся 18,2 %, тогда как на удобренных делянках он находился в диапазоне: от 16,7 (навоз 20 т/га +$N_{90}P_{110}K_{110}$) до 18,5 % ($N_{90}P_{110}K_{110}$). Средняя температура воздуха за вегетацию растений этого гибрида и сельскохозяйственный год равнялись – 19,2; 9,7 ^{0}С, а количество осадков за эти же периоды составили 292,1 и 505,1 мм. Выращивание Белоцерковского полигибрида в первый год проведения эксперимента обеспечило, соответственно системам удобрения, получение этого показателя на уровне 15,4 % и от 14,3 ($N_{120}P_{160}K_{160}$) до 16,2 % ($N_{90}P_{110}K_{110}$, навоз 20т/га +$N_{60}P_{40}K_{60}$), при соответствующем температурном и водном режимах 16,4; 6,7^{0}С и 543,9; 766,3 мм.

Анализ полученных данных о корреляционной зависимости между содержанием сахара в корнеплодах, системами удобрения и погодными условиями показал их прямую и обратную взаимосвязь. Этот показатель был положительным при средней температуре воздуха за вегетацию: низкая-0,30; 0,30; 0,06 (вар. 1,2,4) и средней–0,37;0,50 (вар. 3, 5), так и за сельскохозяйственный год в целом: низкая – 0,12 (вар.4) и средняя 0,59; 0,41; 0,36; 0,48 (вар. 1, 2, 3, 5). Между содержанием этого углевода у

основной продукции свеклы сахарной и количеством осадков за вегетацию ее растений просматривалась низкая отрицательная корреляционная зависимость: -0,23; -0,25 у вариантов №1, 3 и средняя -0,45 у варианта 5, тогда как у вариантов № 2, 4 она была низкой положительной – 0,02; 0,30. Взаимосвязь между содержанием сахара у корнеплодах и количеством осадков за сельскохозяйственный год, независимо от системы удобрений, был отрицательной и у вариантов № 2, 4 – низкое (-0,25; -0,10), а у вариантов 1, 3, 5 – среднее (-0,38; -0,38; -0,44).

Заключение

1. Погодные условия за время проведения эксперимента существенно видоизменялись между собой. Максимальные средние показатели температуры воздуха и количество осадков относительно минимальных, за вегетацию свеклы сахарной и сельскохозяйственный год в целом были больше на 25,6 и 44,8 %, а также на 156,0 и 74,0 %.

2. Урожайность корнеплодов свеклы сахарной, как монокультуры, и ее качество проявляли динамичность по годам. Величина этих показателей имела зависимость как от антропогенных факторов (севооборот, монокультура, сорт, гибрид, система удобрения), так и от природных (температурный и водный режимы).

3. Проведенная математическая обработка урожайных данных корнеплодов свеклы сахарной, их качества и взаимосвязь этих показателей с различными системами удобрения, температурным и водным режимами показала прямую и обратную зависимость между собой.

ЛИТЕРАТУРА

1.Довідник по плануванню сільськогосподарського виробництва; за ред. І.О. Никифорука. Київ: Урожай, 1980. 360 с.

2.Tararico, Y., Saidak, R., Olepir, R., Soroka, Y., &Vitvitskiy, S. (2021). Потенціал біопродуктивності чорнозему типового в лівобережному Лісостепу України за сприятливих умов зволоження. Меліорація і воднегосподарство, (2), 87 – 100. https://doi.org/10.31073/mivg202102-304.

3.Simic M., Dragicevic V., Spasojevic I., Kovacevic D, Brankov M., Jovanovic Z. Effects of fertilizing systems on maize productionin long term monoculture. *IV International Symposium "Agrosym*. 2013". P. 153–160.

4.Kohan, A., Hlushchenko, L., Hanhur, V., Samoylenko, O., Len, O., Olepir, R., Kalinichenko, S., & Kavalir, L. (2017). Uniqueexperiment of global agriculture in the Poltava region – long-term winter rye cultivation. *Agricultural Science and Practice*, 4(1), 63–69. https://doi.org/10.15407/agrisp4.01.063

5.Русинов, В. І., Яблунівська М. П., Шевченко А. І. Урожайність провідних сільськогосподарських культур у сівозміні та беззмінного їх вирощування. Наук.-техн. бюл. Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла УААН. Вип.5. К.: Аграрна наука. 2006. С. 220–226.

6.Олепір, Р. В., Глущенко Л. Д., Лень О. І. Урожайність буряка цукрового і її якість за беззмінного вирощування та різних систем удобрення. MODERNS CIENTIFIC RESEARCHES. БЕЛАРУСЬ. 2021. ВЫП. № 16. – С. 137–143. https://doi.org/10.30889/2523-4692.2021-16-01-005

7. Gyorffy B., Berzsenyi Z., Lap D. Effect of Crop Rotation and Fertilization on Maize and Wheat Yieldsand Yield Stability in a Long-term Experiment. European Journal of Agronomy. 2000. № 13. P. 225–244.

8. Merbach W., Deubel A. Long-term field experiments – museum relics or scientific challenge? Plant, Soil and Environment. 2008. №5. P. 219–226.

9. Jenkinson D. S. The Rothamsted long-term experiments: are they still of use? *Agronomy Journal*. – 1991. – № 83(1). – P.2–10.

10. Дьяков, В. Н. Стоить ли возделывать озимую рожь после озимой себя / В. Н. Дьяков // Земледельческая газета. – 1898. – №39. – С. 839–843; №40. С. 857–866.

11. Влияние природных факторов на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи и ее продуктивность / Л. Д. Глущенко [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №4. –С. 60–63.

12. Бондарева, В. Ю. Возделывание кукурузы на зерно в насыщенных севооборотах и бессменных посевах / В. Ю. Бондарева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 49 с.

13. Глущенко, Л. Д. Олепір Р. В., Лень О. І., Самойленко О. А. Врожайність цукрового буряка у беззмінному посіві та у сівозміні. Біоенергетика/Bioenergy.2020. № 2(16). С. 34–37. https://doi.org/10.47414/be.2.2020.225004.

14. Єрмолаєв, М. М., Шиліна Л. І., Літвінов Д. В. Водний режим чорнозему типового в короткоротаційних зернових сівозмінах. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства *УААН*. 2002. Спец. випуск. С. 161–166.

УДК: 634.8:581. 143.6:573.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РИЗОГЕНЕЗА *IN VITRO* И АДАПТАЦИИ *EX VITRO* СОРТОВ ВИНОГРАДА ТАДЖИКСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Х. И. БОБОДЖАНОВА

Центр биотехнологии Таджикского национального университета,
г. Душанбе, Таджикистан, 734025; e-mail: bobojankh_7@bk.ru

Н. В. КУХАРЧИК

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013; e-mail: nkykhartchyk@gmail.com

(Поступила в редакцию 07.04.2022)

В статье приводятся результаты исследований ризогенеза in vitro и адаптации ex vitro растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции, выполненных в 2014–2019 гг. на базе лабораторий Центра биотехнологии Таджикского национального университета. Дана оценка эффективности ризогенеза in vitro сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории Таджикистана. Показано, что все исследованные сорта винограда характеризуются достаточно высокой степенью ризогенеза in vitro. Эффективность ризогенеза микропобегов винограда в культуре in vitro варьирует от 60,0 до 98,1 % в зависимости от сорта. Среднее значение эффективности ризогенеза микропобегов для исследованных девятнадцати сортов винограда составило 85,4 %. Растения-регенеранты показали хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Высота побегов и длина корня растений-регенерантов исследованных объектов варьирует от 8,47 до14,06 см и 2,38 до 5,03 см соответственно. Число листьев на один побег варьирует в диапазоне от 7,96 до 12,24. Среднее значение числа корней на одно растение от 2,52 до 3,88 штук.

Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100 %. Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов винограда таджикской селекции составило 93,6 %. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от 90,0 до 95,3 % на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило 94,8 и 94,4 соответственно. Показано, что адаптированные растения-регенеранты исследуемых сортов винограда таджикской селекции на адаптационных субстратах имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу.

Ключевые слова: *Таджикистан, виноград, микропобег, растение-регенерант, эффективность, ризогенез, in vitro, адаптация, ex vitro.*

The article presents the results of studies of in vitro rhizogenesis and ex vitro adaptation of regenerated plants of Tajik grape varieties, carried out in 2014–2019 on the basis of laboratories of Biotechnology Center of the Tajik National University. An assessment of effectiveness of in vitro rhizogenesis of Tajik grape varieties growing in the territory of Tajikistan is given. It is shown that all studied grape varieties are characterized by a rather high degree of rhizogenesis in vitro. The efficiency of rhizogenesis of grape micro shoots in in vitro culture varies from 60.0 to 98.1 % depending on the variety. The average value of the efficiency of rhizogenesis of micro shoots for the studied nineteen varieties of grapes was 85.4 %. The regenerated plants showed a well-developed root system, shoots and leaf mass. The height of shoots and the length of root of regenerated plants of the studied objects varies from 8.47 to 14.06 cm and 2.38 to 5.03 cm, respectively. The number of leaves per shoot varies from 7.96 to 12.24. The average value of the number of roots per plant is from 2.52 to 3.88 pieces.

It is shown that, on average, for all types of substrates for the studied grape varieties of Tajik selection, the adaptation efficiency varies from 47.9 to 100 %. It has been established that the average value of adaptation efficiency for a group of grape varieties of Tajik selection was 93.6 %. The average value of the adaptation efficiency of the studied grape varieties is high and varies from 90.0 to 95.3 % for substrates bio-ground + sand and bio-ground + peat + sand, respectively. On the substrate BIONA and bio-ground + sand, the average value of the efficiency of adaptation of regenerated plants of Tajik grape varieties was 94.8 and 94.4, respectively. It is shown that adapted regenerated plants of the studied Tajik grape varieties on adaptive substrates have a well-developed root system, shoots and leaf mass.

Key words: *Tajikistan, grapes, micro shoots, regenerated plant, efficiency, rhizogenesis, in vitro, adaptation, ex vitro.*

Введение

Известно, что ключевым моментом технологии является регенерация целого нормального жизнеспособного растения. Успех культивирования *in vitro* и получение нормальных растений непосредственно связано с оптимизаций условий на каждом этапе технологии. Как правило, даже небольшие отклонения от оптимума приводят к резкому снижению скорости роста и размножения, а также к ухудшению физиологического состояния растений-регенерантов [1].

Авторы считают успешное укоренение побегов *in vitro* ключевым этапом микроклонального размножения [2, 3]. Ф. Скуга и С. О. Миллер отмечают, что формирование корней определяется отношением ауксинов к цитокининам, содержание которых в зоне укоренения изменяется в процессе корнеобразования [3, 4]. Другие авторы отмечают резкое уменьшение содержания цитокининов в первые

24 часа и сохранение их на низком уровне в течение 3–4 дней, а также повышение уровня цитокининов в момент растяжения корневых зачатков [5].

По мнению Л. П. Трошина и коллег на этапе укоренения пробирочных растений в условиях *in vitro* в качестве индуктора ризогенеза у регенерантов оздоравливаемых 16 сортообразцов винограда в питательную среду следует добавлять ауксины: α-нафтилуксусную кислоту или β-индолилуксусную кислоту в концентрации 0,2 мг/л [6]. Эта же группа авторов [7] предлагает при ризогенезе *in vitro* использовать жидкую среду и высаживать регенеранты на бумажные мостики. При этом рекомендуется использование среды, в которой содержится половинное количество макро- и микроэлементов, концентрация сахарозы – 10 г/л, и полный набор витаминов.

Л. А. Бугаенко и Л. В. Ивановой-Ханиной выявлено, что для укоренения микрочеренков винограда сортов Фрумоаса албэ, Суручeнский белый и Каберне Совиньон оптимальная концентрация ИУК составляет 0,5 мг/л, а для сортов Молдова и Шевченко – 1,0 мг/л [8].

Другие исследователи считают, что ризогенез асептических растений винограда *in vitro* целесообразно проводить на агаризованной среде МС, содержащей ½ концентрации макро- и микроэлементов, полный набор витаминов по 0,5 мг/л и ауксин – 1,0 мг/л ИМК [9].

Н. П. Дорошенко показано, что добавление сахарозы в питательную среду в концентрациях 40–60 г/л способствовало улучшению ризогенеза и роста растений винограда, при минимальной концентрации (5 г/л) наблюдалось торможение этих процессов [10].

Питательная среда для укоренения по рецептуре В. А. Зленко с соавторами [11], по мнению Т. Г. Леонцевой и А. В. Федорова [12] способствует лучшему развитию микрорастений винограда.

К наиболее распространенным субстратам, применяемым для адаптации растений-регенерантов к нестерильным условиям, относятся следующие – верховой торф, низинный торф, торфосмеси, сфагновый мох, агроперлит, керамзит, песок. Кроме того, широко используются и синтетические субстраты, такие как БИОНА [13]. Для каждого вида растений требуется подобрать определенные условия и субстраты для развития регенерантов, при которых потери пробирочных растений от переноса в почву будут минимальными [7, 14, 15].

Определение способа адаптации оздоровленных пробирочных растений винограда к нестерильным условиям включает выбор субстрата, отбор растений определенных размеров, различные виды обработки растений и субстратов, установление физических параметров культивирования [8, 16].

Утвержденных стандартов на сорта и субстраты не разработано, поэтому в исследованиях использовали метод сравнения вариантов между собой. Также нет универсальной методики адаптации растений-регенерантов, в связи с чем испытания проводили на имеющихся в стране субстратах.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности ризогенеза *in vitro* некоторых сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории страны, а также выбор оптимального субстрата для пересадки растений.

Основная часть

Исследования проводили в период 2014–2019 гг. в Центре биотехнологии Таджикского национального университета.

В качестве объектов исследований выбраны 19 сортов винограда таджикской селекции, характеризующиеся высокими вкусовыми качествами и хозяйственно-ценными признаками [17, 18]. Работы проводили в условиях ламинар-бокса БАВнп-01-«Ламинар-С»-1,2 (Lamsystems, Россия) с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 и специального набора инструментов (игла, скальпель, пинцет). Стерилизацию эксплантов проводили 70%-ным этанолом и 33%-ной перекисью водорода [19]. Для культуры *in vitro* использовали меристемы, верхушечные и боковые почки, щитки. Экспланты вводили на питательную среду Мурасига–Скуга [20], дополненную НУК– 0,09 мг/л. После получения достаточного количества микропобегов, их отделяли и высаживали на питательную среду для укоренения. В питательную среду для индукции корнеобразования добавляли ИМК в концентрации 0,5мг/л [21]. Для улучшения процесса укоренения брали побеги длиной не менее 1–1,5 см. Культивирование растений *in vitro* проводили в культуральных комнатах при освещении 4 тыс. люкс, температуре 24±1 °С, фотопериоде 16/8 часов, относительной влажности 70–80 %. При оценке результатов этапа укоренения микрорастений винограда учитывали: процент укоренения (процент получения полноценного растения, %), число корней (шт) и их длину (см), длину побегов (см), число листьев (шт) на побегах, число микрочеренков (шт) на один побег. При определении оптимального субстрата для пересадки растений использованы четыре субстратные смеси, состоящие из биогрунта универсального, торфа, песка и ионнообменного субстрата БИОНА-111 в разных соотношениях [21].

Краткая характеристика использованных в работе субстратов.

1. Биогрунт ЭкоФлора универсальный, торф и песок (в соотношении 1:1:1) (**БТП**). Биогрунт ЭкоФлора универсальный. Состав: смесь торфов различной степени разложения, сапропель, удобрение «ФлорГумат», вермикулит/агроперлит, песок, мука известняковая (доломитовая). Массовая доля питательных веществ: Азот (N) – не менее 300 мг/л, Фосфор (P_2O5) – не менее 300 мг/л, Калий (K_2O) – не менее 350 мг/л, Микроэлементы (присутствие): бор, молибден, цинк, марганец, медь, кобальт, железо. pH=5,5–7,0 [22].

2. БИОНА-111 – ионообменный субстрат [13, 23]. Субстрат БИОНА-111 был разработан и получен в Институте физико-органической химии НАН Беларуси и представляет собой ионообменный субстрат в виде гранул оранжевого и желтого цвета размером 0,5 – 2,5 мм. Основа субстратов БИОНА – синтетические (КУ-2, ЭДЭ-10П, АН-2Ф, волокнистые иониты ФИБАН и др.) и природные (клиноптилолит) иониты, насыщенные биогенными макроэлементами: K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+, Fe^{3+}, NO_3^-, SO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, и микроэлементами: Mn^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, MoO_4^{2-}, $B_4O_7^{2-}$, Co^{2+}, Na^+, Cl^-, pH водной взвеси 6,0 –7,0 (**БИОНА**).

3. Биогрунт ЭкоФлора универсальный и песок (в соотношении 2:1) (**БП**).

4. Смесь торфа и песка (в соотношении 2:1) (**ТП**).

Торф АГРОБАЛТ-Н нейтрализованный изготовлен на основе верхового торфа низкой степени разложения. Состав: верховой сфагновый торф низкой степени разложения; известняковая (доломитовая) мука. Агротехнические характеристики: степень разложения – не более 20 %; содержание органического вещества – 95–99 %; влажность – не более 60 %; зольность 1–5 %; pH (H_2O) 5,5–6,6; pH (KCl) 5,0–6,2; влагоемкость – 6 % [24].

Всего на ризогенез *in vitro* было высажено 5505 микропобегов девятнадцати сортов винограда таджикской селекции. Из высаженных микропобегов, хорошую корневую систему дали 4715 микропобегов, что составило в среднем 85.4 % укоренения.

Процент ризогенеза по изученным сортам в целом варьировал от 60,0 % для сорта Хушадарози сафед до 98,1 % для Шохона (табл. 1.).

Таблица 1. **Эффективность укоренения микропобегов винограда на этапе ризогенеза *in vitro***

Сорт	Посажено	Укоренившихся	
	шт	шт	%
Чиляки черный	290	260	89,6
Зариф	230	200	87,0
Бабатаг	200	170	85,0
Чиляки белый ленинабадский	340	280	82,3
Регарский ранний	290	250	86,2
Аушон ранний	260	245	94,4
Гиссарский ранний	260	220	84,6
Шохона	432	424	98,1
Чиляки белый	240	210	87,5
Мухчалони	467	329	70,4
Сангвор	340	280	82,4
Хусайне сиёх	203	168	82,8
Анзоб	274	244	89,0
Нимранг	183	171	93,4
Зебо	260	220	84,6
Миёна	466	376	80.7
Сарвар	300	270	90,0
Шахритузский черный	340	320	94,1
Хушадарози сафед	130	78	60,0
Сумма/среднее	5505	4715	85.4

Микропобеги всех исследуемых сортов винограда показали образование хорошей корневой системы. В то же время сорта винограда по эффективности укоренения микропобегов можно разделить на четыре группы.

Первая группа включает сорта винограда, эффективность укоренения которых очень высокая (≥ 95 %) и представлена сортом Шохона. Во второй группе с высокой эффективностью укоренения (95 % > высокая ≥90 %), объединены сорта винограда Аушон ранний, Нимранг, Сарвар и Шахритузский черный. Самая многочисленная группа, характеризующаяся средней эффективностью (90 % > средняя ≥ 80 %) ризогенеза растений-регенерантов включает 12 из 19 исследованных сортов винограда это Чиляки черный, Зариф, Бабатаг, Чиляки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Чиляки белый, Сангвор, Хусайне сиёх, Зебо, Миёна. Низкая (<80 %) эффективность ризогенеза наблюдается для растений-регенерантов сортов винограда Мухчалони и Хушадарози сафед, которые составили четвертую группу.

Качество полученных укорененных микропобегов различных сортов винограда оценивали по следующим параметрам: длина корня, длина побега, число корней, число листьев и число микрочеренков на одно растение (табл. 2).

Таблица 2. **Морфологические показатели развития растений – регенерантов на этапе ризогенеза *in vitro* (n=25)**

Название сортов	Длина (см)		Число (шт)		
	корня	побега	корней	листьев	микрочеренков
Чиляки чёрный	3,03±0,39	14,28±0,54	3,32±0,25	12,72±0,61	–*
Зариф	3,62±0,31	7,64±0,37	4,24±0,30	8,20±0,33	4,52±0,20
Чиляки белый ленинабадский	1,47±0,13	5,55±0,44	5,40±0,38	5,04±0,36	3,24±0,20
Регарский ранний	3,77±0,27	11,07±0,57	4,44±0,40	11,52±0,40	5,20±0,15
Аушон ранний	5,03±0,30	11,64±0,55	4,16±0,30	10,16±0,48	5,12±0,13
Гиссарский ранний	3,10±0,17	15,79±0,31	4,64±0,36	10,64±0,36	5,00±0,13
Шохона	5,52±0,53	14,47±0,38	–*	12,52±0,44	10,92±0,39
Мухчалони	3,85±0,22	12,92±0,31	–*	14,32±0,36	12,52±0,37
Сангвор	3,64±0,26	11,56±0,42	4,80±0,42	9,76±0,28	5,24±0,13
Анзоб	2,64±0,24	7,21±0,45	–*	8,24±0,47	6,88±0,43
Нимранг	3,72±0,51	9,97±0,51	–*	9,76±0,47	7,88±0,39
Зебо	3,00±0,30	9,13±0,39	4,32±0,35	8,92±0,36	4,64±0,17
Миёна	9,66±0,88	9,98±0,48	–*	11,44±0,37	10,28±0,39
Сарвар	2,63±0,21	9,01±0,46	4,16±0,46	8,32±0,30	4,52±0,18
Шахритузский чёрный	5,07±0,32	11,80±0,55	4,72±0,51	10,64±0,45	5,48±0,27
Хушадарози сафед	5,64±0,35	9,27±0,40	2,60±0,21	8,68±0,25	7,36±0,27

* – замеры не производились

Для растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции наблюдается значительное варьирование длины корня. Минимальная длина корня отмечена для сорта Чиляки белый ленинабадский и равна 1,47 см. В то время как максимальная длина корня отмечена для растений-регенерантов сорта Миёна – 9,66 см.

Значительное варьирование по длине побега наблюдается для укоренившихся растений винограда сорта Чиляки белый ленинабадский (5,55 см) и для сорта Гиссарский ранний (15,79 см).

Что касается таких показателей, как число корней и число листьев, то здесь также наблюдается варьирование. Наименьшее число корней отмечено для укоренившихся микрорастений винограда сорта Хушадарози сафед (2,60), а наибольшее – 5,40 для сорта Чиляки белый ленинабадский. Наименьшее количество листьев отмечено для сорта винограда Чиляки белый ленинабадский – 5,04, а наибольшее для сорта Мухчалони – 14,32.

Высота побега полноценных растений-регенерантов винограда сорта Шохона достигла 14,47±0,38 см, длина корня составила 5,52±0,53 см. Среднее число листьев на растение составило 12,52±0,44 шт. Среднее число микропобегов полученное с одного растения составило 10,92±0,39 шт. Высота побега сорта Гиссарский ранний составила 15,79, а длина корней 3,10 см, соответственно.

Среднее значение длины корней у исследованных сортов составило: Анзоб – 5,04 см, Нимранг – 5,57 см, Мухчалони – 5,73 см и Думи рубох – 6,08 см. Длина стебля также отличалась и составляла 13,7 см, 12,50 см, 13,80 см и 13,10 см у сортов Анзоб, Нимранг, Мухчалони и Думи рубох, соответственно. Среднее число листьев у сортов отличается незначительно и составляет у сорта Анзоб – 11,7 шт, Нимранг – 12,2, Мухчалони – 11,20 и Думи рубох – 12,0 шт. Средняя длина корней и побегов для исследованных сортов отличается незначительно и варьирует у корней от 5,04 до 6,08 см, а у побегов – от 12,50 до 13,80 см. Число листьев также отличается по сортам и варьирует от 11,2 до 12,0 шт на один побег.

Среднее значение длины корня колеблется от 3,85 см для сорта Зариф до 5,54 см для сорта Аушон ранний. Этот показатель для сорта Бабатаг и Чиляки белый составляет 5,06 и 3,92 см соответственно.

Среднее значение длины побега для исследованных сортов винограда варьирует от 5,71 до 10,00 см и составляет для Аушон ранний – 10,0 см, Бабатаг – 8,69 см, Зариф – 5,71см и Чиляки белый – 7,64 см.

Проведено исследование эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции на разных адаптационных субстратах. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности адаптации (табл. 3).

Таблица 3. **Эффективность адаптации растений-регенерантов на стерильных субстратах (%)**

Сорт	Количество адаптированных растений-регенерантов, %				Среднее значение по субстратам
	субстрат				
	БТП	БИОНА	БП	ТП	
Чиляки чёрный	100	100	100	100	100
Зариф	91,7	95,6	89,6	72,9	87,5
Бабатаг	62,5	58,3	41,7	29,2	47,9
Чиляки белый ленинабадский	95,8	100	100	100	99,0
Регарский ранний	95,8	98,8	100	100	99,0
Аушон ранний	91,7	87,5	87,5	62,5	82,3
Гиссарский ранний	100	98,8	98,8	100	99,4
Шохона	95,9	97,9	98,6	95,9	97,1
Чиляки белый	91,7	95,8	83,3	54,2	81,3
Мухчалони	97,9	100	100	100	99,5
Сангвор	100	100	100	95,8	99,0
Хусайне сиёх	100	100	100	100	100
Анзоб	100	99,3	98,6	100	99,5
Нимранг	100	97,9	100	100	99,5
Зебо	87,5	87,5	100	100	93,8
Миёна	100	97,9	95,8	97,9	97,9
Сарвар	100	100	100	100	100
Шахритузский черный	100	87,5	100	100	96,9
Хушадарози сафед	100	97,9	100	100	99,5
Сумма/среднее	**95,3**	**94,8**	**94,4**	**90,0**	**93,6**

По эффективности адаптации исследованные сорта винограда разделили на четыре группы: очень высокая (≥ 95%), 95 % > высокая ≥90 %, 90 % > средняя ≥ 80 %, низкая (<80 %).

Очень высокое (≥ 95%) среднее значение эффективности адаптации на всех четырех исследованных субстратах наблюдается у 14 сортов винограда Чиляки чёрный, Чиляки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Шохона, Мухчалони, Сангвор, Хусайне сиёх, Анзоб, Нимранг, Миёна, Сарвар, Шахритузский чёрный, Хушадарози сафед. Для растений винограда сорта Зебо эффективность адаптации высокая (95 % > высокая ≥90 %). Средняя эффективность адаптации (90 % > средняя ≥ 80 %) отмечена для трех сортов винограда Зариф, Аушон ранний и Чиляки белый. Значительно низкое (<80 %) значение эффективности адаптации (47,9 %) на всех четырех субстратах отмечено для сорта Бабатаг. Минимальное количество адаптированных растений винограда сорта Бабатаг, равное 29,3; 41,7; 58,3 и 62,5 приходится на субстраты ТП, БП, БИОНА и БТП соответственно.

Максимальная эффективность адаптации (100 %) на всех четырех исследованных субстратах отмечена для сортов винограда Чиляки черный, Хусайне сиёх и Сарвар. Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100 %.

Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов таджикской селекции составило 93,6 %. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от 90,0 до 95,3 % на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило 94,8 и 94,4 соответственно.

Таким образом, все четыре варианта субстратов, исследованных в данной работе, могут быть использованы для адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции.

Показано, что адаптированные растения-регенеранты исследуемых сортов винограда таджикской селекции на адаптационных субстратах имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Отмечено варьирование морфологических показателей развития адаптированных растений исследованных сортов винограда таджикской селекции (рисунок). Адаптированные растения-регенеранты сортов винограда таджикской селекции на ионнообменном субстрате БИОНА характеризуются длиной корня от 2,35 см (Хусайне сиёх) до 8,12 см (Сарвар). Число корней на этом же субстрате варьирует от 2,65 (Мухчалони) до 6,5 (Анзоб). Максимальная длина корня, равная 9,04 см, отмечена на смеси БП для сорта Регарский ранний, в то время как максимальное число корней наблюдается у растений, адаптированных на БИОНЕ (6,50 – сорт Анзоб). Для этой же группы адаптированных сортов винограда показано, что максимальная длина побега (12 см) и максимальное число листьев (8,62) приходится для сорта Гиссарский ранний, адаптированного на смеси БТП. Показано разное развитие корневой системы (длина корня и число корней) и наземной части (длина побега и число листьев) для растений-регенерантов изученных сортов винограда на исследованных субстратах.

Так, растения-регенеранты винограда сорта Чиляки черный и Чиляки белый лучше развивались на смеси ТП, сорта Зебо и Хушадарози сафед – на БП.

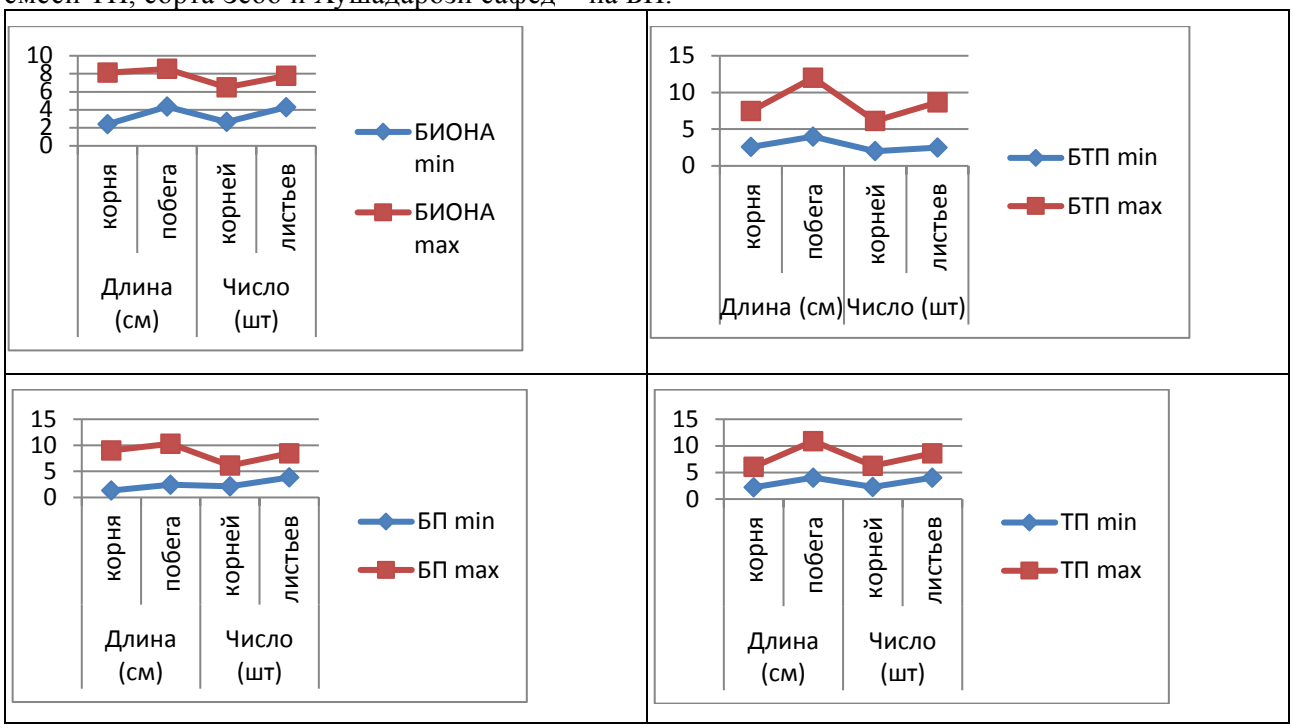


Рис. Минимальные и максимальные значения морфологических показателей развития растений-регенерантов *ex vitro* сортов винограда

Максимальная длина корня на БИОНе относительно других субстратов отмечена для растений-регенерантов винограда сорта Чиляки белый ленинабадский и Анзоб Этот же показатель максимальный на БТП (Зариф, Шохона, Сангвор и Нимранг), БП (Бабатаг, Регарский ранний, Аушон ранний, Гиссарский ранний, Зебо, Миёна, Сарвар, Шахритузский черный, Хушадарози сафед) и ТП (Чиляки черный, чиляки белый, Мухчалони и Хусайне сиёх).

Максимальная длина побега растений-регенерантов, адаптированных на разных субстратах, также отличается. Для сортов винограда Зариф, Мухчалони и Сарвар максимальная длина побега отмечена на БИОНе в отличие от других субстратов. Субстрат БТП оптимален для сортов винограда Чиляки белый ленинабадский, Гиссарский ранний, Шохона, Анзоб, Нимранг и Шахритузский черный. Выявлено, что длина побегов растений-регенерантов сортов винограда Бабатаг, Регарский ранний, Хусайне сиёх, Зебо, Миёна и Хушадарози сафед максимальна на субстрате БП. Для растений-регенерантов сортов винограда Чиляки черный, Аушон ранний, Чиляки белый и Санвор максимальная длина побега отмечена на субстрате ТП.

Среднее значение эффективности ризогенеза *in vitro* ниже 85,4 %, а адаптации растений-регенерантов *ex vitro* 93,6 % из исследованных сортов винограда. Кроме того, не наблюдается корреляции между эффективностью ризогенеза и адаптации для всех исследованных сортов винограда.

Для растений-регенерантов сортов винограда Бабатаг, Аушон ранний, Шохона и Чиляки белый эффективность ризогенеза *in vitro* выше среднего значения адаптации растений-регенерантов *ex vitro* на 37,1; 12,1; 1,0 и 5,2 % соответственно.

Увеличение эффективности адаптации в сравнении с ризогенезом варьирует от 0,5 до 30,5 %. Для 9 сортов (Чиляки черный, Чиляки белый ленинабадский, Регарский ранний, Гиссарский ранний, Сангвор, Хусайне сиёх, Анзоб, Миёна, Сарвар) отмечено увеличение эффективности адаптации по сравнению с ризогенезом *in vitro* в диапазоне от 10 до 20 %. До 10 % увеличение данного показателя отмечено для сортов Зариф (0,5 %), Шахритузский черный (2,8 %), Нимранг (5,1 %) и Зебо (9,2 %). Максимально высокая эффективность 29,1 и 30,5 % отмечена для сортов Мухчалони и Хушадарози сафед соответственно.

Заключение

Изучен ризогенез *in vitro* и *ex vitro* девятнадцати сортов винограда таджикской селекции, произрастающих на территории республики Таджикистан.

В серии экспериментов показано, что все девятнадцать изученных сортов винограда характеризуются достаточно высокой степенью ризогенеза *in vitro*. Для сортов Шохона отмечена более высокая частота ризогенеза *in vitro*, которая составила 98,1 %. Низкий процент ризогенеза отмечен для микропобегов винограда сорта Хушадарози сафед – 60,0 %. Установлено, что растения-регенеранты всех исследованных сортов имеют хорошо развитую корневую систему, побеги и листовую массу. Длина побегов и длина корня растений-регенерантов исследованных объектов варьирует от 5,55 до 15,79 см и 1,47–9,66 см, соответственно.

Показано, что в среднем по всем типам субстратов для исследованных сортов винограда таджикской селекции эффективность адаптации варьирует от 47,9 до 100 %. Установлено, что среднее значение эффективности адаптации для группы сортов таджикской селекции составило 93,6 %. Среднее значение эффективности адаптации исследованных сортов винограда высокое и варьирует от 90,0 до 95,3 % на ТП и БТП соответственно. На субстрате БИОНА и БП среднее значение эффективности адаптации растений-регенерантов сортов винограда таджикской селекции составило 94,8 и 94,4 соответственно.

Изучение сортов группы таджикской селекции представляет большой интерес, поскольку ранее они практически не исследовались на пригодность к размножению в культуре *in vitro*, часть из них имеет ограниченный ареал выращивания или находится под угрозой исчезновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микроклональное размножение винограда, оздоровление от вирусных и микоплазменных болезней. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://selo-delo.ru/vinogradstvo/sistema-intensivnyh-tehnologij-proizvodstva-vinograda-v-severnoj-zone-promyshlennogo-vinogradarstva-rf-mikroklonalnoe-razmnoz. Дата доступа: 11.11.2021.
2. Hicks G. S. Adventitious rooting of apple micro cuttings in vitro: an anatomy study / Can. J. of Botany. – 1987. – V. 65. – 9. – P. 1913-1920.
3. Батукаев, А. А. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом [Текст]: монография / А. А. Батукаев, Э. А. Собралиева, М. С. Батукаев. – Грозный, 2019. – 151 с.
4. Skoog, F. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro / F. Skoog, C.O. Miller // Symp. Soc. Exp. Biol. – 1957. – Vol. 11. – P. 118–131.
5. Поляков, С. А. Адаптация растений регенерантов земляники к неблагоприятным условиям / С. А. Поляков, С. П. Расторгуев, А. В. Верзилин // Повышение эффективности садоводства в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конф. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2003. – Т. 2 – С. 335–339.
6. Трошин, Л. П. Особенности микроклонального размножения интродуцентов и клонов винограда / Л. П. Трошин, Н. И. Медведева, Н. В. Поливарова // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 40. – С. 188–205.
7. Медведова, Н. В. Методические рекомендации по микроклональному размножению винограда *in vitro.* / Н. В. Медведова, Л. П. Трошин // Научный журнал КубГАУ, №62(08), 2010г. [Электронный ресурс]. http://cj.kubagro.ru/2010/08-/pdf./31/pdf. – Дата доступа: 27.03.2017.
8. Бугаенко, Л. А. Морфогенез винограда в культуре *in vitro.* / Л. А. Бугаенко, Л. В. Иванова-Ханина // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия». – Том 24 (63). – 2011. – № 2. – С. 73–82.
9. Турдиев, Т. Т. Оптимизация минерального и гормонального состава питательных сред для культивирования винограда *in vitro.* / Т. Т. Турдиев, И. Ю. Ковальчук, С. Н. Фролов // Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/293783157. – Дата доступа: 15.11.2021.
10. Дорошенко, Н. П. Некоторые аспекты создания коллекции генофонда винограда in vitro // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика / Н. П. Дорошенко, В. Г. Пузырнова // III Всеросс. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы биологического земледелия» Изд. ЮФУ. Ростов н/Д. – Таганрог, 2019. – С. 120–127.
11. Зленко, В. А. Размножение оздоровленного посадочного материала винограда в культуре *in vitro* / В. А. Зеленко, И. В. Котиков, Л. П. Трошин // Садоводство и виноградарство. – 2005. – № 1. – С. 21–23.
12. Леконцева, Т. Г. Совершенствование технологии размножения винограда *in vitro* / Т. Г. Леконцева, А. В. Федотова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 09 (200). – С. 55–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-200-9-55-62.
13. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / Кухарчик, Н. В. [и др.]. – Минск, 2016. – 208 с.
14. Батукаев, А. А. Биотехнологические методы ускоренного размножения винограда / А. А. батукаев, Х. Эдиева, М. С. Батукаев // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013. – Т.1. – С. 271–275.
15. Пат. № 2264706. Способ оптимизации клонального микроразмножения винограда *in vitro* / Н. П. Дорошенко, Г. В. Соколова // Патентообладатель: ГНУ Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко (ВНИИВиВ). [Электронный ресурс]. Режим доступа: Bankpatentov.ru/node/411033. Дата доступа: 19.02.2021.
16. Браткова, Л. Г. Приемы адаптации мериклонов винограда к условиям *in vivo.* / Л. Г. Браткова, А. Н. Малыхина, Н. Н. Цаценко // Плодоводство и виноградарство Юра России. – № 34(04). – 2015. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: htpp//journal.kubansad.ru/pdf/15/04/03.pdf – Дата доступа: 30.04.2017.
17. Сорта винограда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vinograd.info/sorta/sorta-vinograda/. – Дата доступа: 27.03.2013.
18. Виноградарство Таджикистана / И. Ф. Кириллов [и др.]. – Душанбе, 1969. – 244 с.
19. Ясаулова, Ш. К. Эффективность введения в культуру *in vitro* винограда таджикского сортимента. / Ш. К. Ясаулова, Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 271–278.
20. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. – 1962. – Vol. 15, N 3. – P. 473–497.
21. Бободжанова, Х. И. Микроклональное размножение винограда / Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик – Душанбе, 2017. – 36 с.
22. Биогрунт Универсальный – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gazonov.com/item/611-biogrunt-universalnyjj-10l-ehkoflora – Дата доступа: 8.12.2020.
23. Методика адаптации регенерантов *ex vitro* / Н. В Кухарчик [и др.]; РУП «Институт плодоводства НАН Беларуси». – Самохваловичи, 2005. – 16 с.
24. Торф Агробалт-Н (нейтрализованный). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sadovod-yasenevo.ru/catalog/posadka_i_ukhod/torf/torf_agrobalt-n_neytralnyy_60_l/. – Дата доступа: 13.07.2020.

УДК 581.823:631.527:633.112.1

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СКЛЕРЕНХИМЫ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СТЕБЛЯ КАК КРИТЕРИИ ОТБОРА В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ

Н. А. ДУКТОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: duktova@tut.by

(Поступила в редакцию 08.04.2022)

В результате гистолого-анатомического изучения стебля образцов яровой твердой пшеницы выявлены межвидовые и межсортовые особенности анатомической структуры и их влияние на устойчивость растений к полеганию. В селекции на устойчивость к полеганию значимыми являются показатели «площадь медуллярной лакуны» (r= -0,82) и выполненность стебля (0,84). Данные показатели также тесно коррелировали с высотой растения (0,79 и -0,81 соответственно). Выявленные закономерности свидетельствуют о целесообразности использования данных параметров в качестве критериев отбора короткостебельных, устойчивых к полеганию генотипов. Средняя степень корреляции признаков с длиной колоса и количеством колосков в нем (0,66…0,73 и -0,66…-0,76), а также с массой зерна с колоса (0,47, -0,48), служит показателем их влияния на итоговую продуктивность растения. На устойчивость к полеганию наибольшее влияние оказывает толщина склеренхимы, а также толщина склеренхимной обкладки проводящих пучков (0,52–0,78). С элементами урожайности связь отрицательная. Следовательно, в рекомбинантной селекции необходимо сочетать формы с развитой склеренхимой с высокопродуктивными образцами. Установлено, что в селекции на повышение прочности стебля и устойчивость к полеганию в качестве критериев отбора следует использовать следующие параметры: тяжи хлоренхимы расположены часто и небольшого размера, увеличенная толщина склеренхимы (120–160 мкм), толщина стенки (750–950 мкм) и малая медуллярная лакуна (0,2–0,6 мм^2). Обоснование выявленных критериев обеспечивает совершенствование селекционной работы за счет сокращения сроков создания новых сортов и повышения результативности селекционного процесса.

***Ключевые слова**: Triticum durum, анатомия стебля, устойчивость к полеганию, селекция.*

As a result of histological and anatomical study of the stem of spring durum wheat samples, interspecific and intervarietal features of the anatomical structure and their influence on the resistance of plants to lodging were revealed. In breeding for resistance to lodging, the indicators «area of the medullary gap» (r= -0.82) and stem completion (0.84) are significant. These indicators also closely correlated with plant height (0.79 and -0.81, respectively). The revealed patterns testify to the expediency of using these parameters as selection criteria for short-stem, lodging-resistant genotypes. The average degree of correlation of traits with the length of the ear and the number of spikelets in it (0.66 ... 0.73 and -0.66 ... -0.76), as well as with the mass of grain per ear (0.47, -0.48), serves as an indicator of their influence on the final productivity of the plant. The resistance to lodging is most influenced by the thickness of the sclerenchyma, as well as the thickness of the sclerenchyma lining of the conducting bundles (0.52–0.78). There is a negative relationship with productivity elements. Therefore, in recombinant breeding, it is necessary to combine forms with developed sclerenchyma with highly productive samples. It has been established that in breeding for increasing the strength of the stem and resistance to lodging, the following parameters should be used as selection criteria: strands of chlorenchyma are located often and small in size, increased thickness of the sclerenchyma (120–160 μm), wall thickness (750–950 μm) and small medullary lacuna (0.2–0.6 mm^2). The justification of the identified criteria ensures the improvement of breeding work by reducing the time for creating new varieties and increasing the effectiveness of the breeding process.

***Key words**: Triticum durum, stem anatomy, resistance to lodging, breeding.*

Введение

Изучению взаимосвязи анатомических параметров с хозяйственно полезными признаками посвящены работы многих авторов. Закономерности изменчивости анатомии стебля у видов пшеницы изучали С. В. Лазаревич [2, 3], В. В. Пыльнев [7], Г. И. Москалева [6], В. П. Пьянов [8] и др. Исследование по использованию параметров анатомического строения стебля для селекции проводили А. Ф. Мережко [5] и О. Д. Градчанинова [1], И. В. Лукьянова [4]. В результате была доказана генетическая сопряженность параметров гистологической структуры стебля, установлен сортовой и видовой полиморфизм признаков, что свидетельствует о возможности использования их в качестве критериев отбора в селекции.

Пшеница твердая (*Triticum durum* Desf.) характеризуется рядом видовых особенностей – формирует длинное выполненное подколосовое междоузлие и тяжеловесный остистый колос, повышающий парусность посева. Это в совокупности способствует полеганию посевов в условиях достаточного увлажнения. Данный признак в значительной степени обусловливают анатомические показатели стебля. Склеренхима перициклического происхождения придает стеблю упругость и жесткость, проводящие ткани выполняют армирующую функцию, а выполенность стебля обуславливает устойчивость к изломам. Таким образом, изучение особенностей строения стебля пшеницы твердой и выявление взаимосвязи гистологических параметров с селекционно ценными признаками является целесообразным и актуальным. Знание этих особенностей может и должно быть использовано в селекции устойчивых к полеганию, высокоурожайных сортов пшеницы твердой.

Основная часть

Для проведения исследований нами были отобраны сорта и образцы яровой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения, отличающиеся по габитусу и продуктивности

(10 образцов). Среди них 5 низкостебельных (50–70 см) – Ириде и Меридиано (Италия), Владлена, Катюша и Дюймовочка (Беларусь, БГСХА); 5 среднерослых (90–110 см) – Розалия, Валента, Елена, Л-40-00 и Л-48-00 (Беларусь, БГСХА). Для объективной оценки образцов были отобраны сорта, районированные или адаптированные к условиям Беларуси. Исследования выполнены в 2019–2021 годах, полевые опыты были заложены на опытном участке Тушково УНЦ «Опытные поля БГСХА» по методике конкурсного сортоиспытания. В качестве контроля был взят сорт яровой твердой пшеницы Розалия, районированный в Республике Беларусь с 2015 года и для сравнения – сорт яровой мягкой пшеницы Рассвет. Отбор, фиксацию и микроскопирование растительного материала проводили по методикам цитологических исследований. При проведении микроскопических исследований были изучены численные и линейные (мерные) признаки средних частей междоузлий.

Пшеница твердая характеризуется первичным анатомическим строением стебля (рис. 1). В первичном строении стебля травянистых однодольных выделяют эпидерму, первичную кору и центральный цилиндр. Первичная кора у пшеницы редуцирована и представлена только отдельными тяжами хлоренхимы. Под первичной корой располагается комплекс тканей, именуемый центральным цилиндром. В начале онтогенеза побега, в результате морфогенетической деятельности конуса нарастания, у пшеницы в составе центрального цилиндра образуются перицикл, тяжи прокамбия и клетки основной ткани (паренхимы). Перицикл является первичной образовательной тканью, из которой развивается механическая ткань склеренхима. Из тяжей прокамбия в стебле образуются закрытые коллатеральные сосудисто-волокнистые проводящие пучки, поэтому стебель имеет пучковый тип строения. В центре междоузлия – полость (медуллярная лакуна) [3].

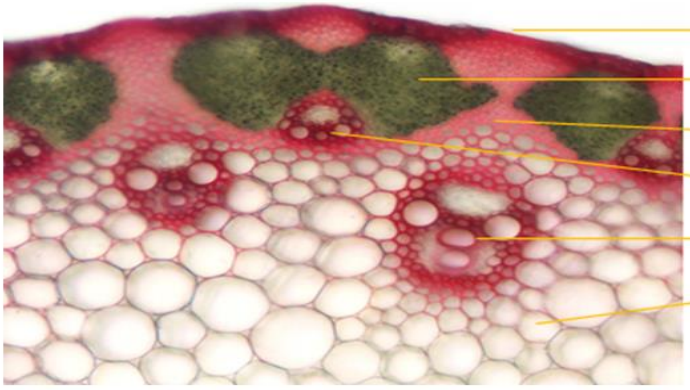


Рис. 1. Анатомическое строение стебля твердой пшеницы

Диаметр стебля – это интегральный признак. Находящиеся в нем механические, проводящие и основные ткани обеспечивают устойчивость растения к полеганию, участвуют в продукционных процессах. Поэтому более толстые стебли, как правило, развиваются у более продуктивных и устойчивых генотипов. Самым большим диаметром стебля из изученных образцов обладает сорт Меридиано – 2,44 мм, в то время как у мягкой пшеницы (сорт Рассвет) этот показатель равен 2,15 мм. Самый маленький диаметр стебля у сорта Катюша – 1,70 мм (табл. 1).

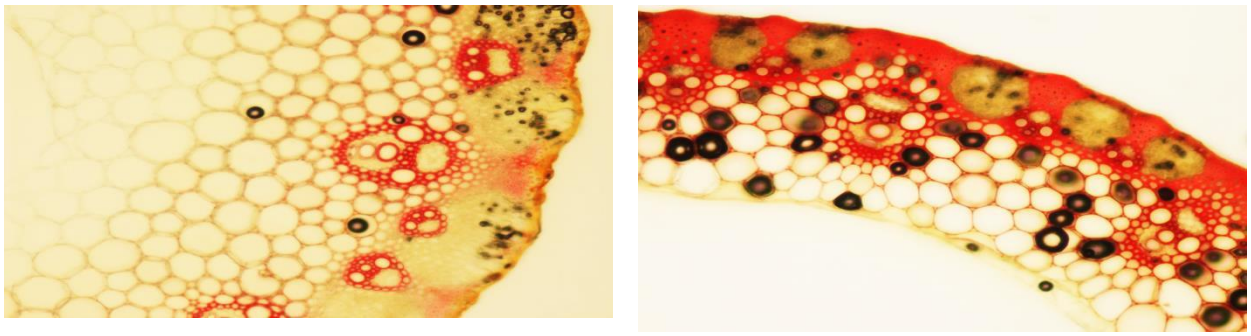
Таблица 1. **Выполненность стебля и устойчивость к полеганию**

Образец	Устойчивость к полеганию, балл	Диаметр стебля, мм	Толщина стенки, мкм	Площадь стебля, мм^2	Площадь выполненной части стебля, мм^2	Площадь медуллярной лакуны, мм^2	Выполненность стебля, %
Рассвет (*T. aestivum*)	5	2,15	547,83	3,63	1,97	1,66	50,96
Розалия	3	2,30	632,50	4,15	2,53	1,62	55,00
Валента	2,5	2,15	710,33	3,63	2,48	1,15	66,08
Л-40-00	3	2,22	772,13	3,86	2,80	1,06	69,67
Л-48-00	2	2,20	748,50	3,80	2,70	1,10	68,05
Елена	2,5	2,10	684,78	3,46	2,32	1,15	65,22
Ириде	5	2,24	834,67	3,94	3,04	0,90	74,52
Меридиано	5	2,41	995,29	4,56	3,90	0,66	82,60
Владлена	4	2,10	845,00	3,46	2,82	0,64	80,48
Катюша	5	1,70	770,17	2,27	2,02	0,25	90,61
Дюймовочка	5	1,93	949,50	2,92	2,88	0,05	98,39
среднее	–	*2,13*	*794,29*	*3,61*	*2,75*	*0,86*	*75,06*
$НСР_{05}$	–	0,09	66,9	–	–	–	–

Толщина стенки тоже является показателем, связанным с устойчивостью растения к полеганию. Однако слишком толстая стенка – показатель более ломких растений. Так, самый большой показатель

толщины стенки был зафиксирован у сорта Меридиано – 995,29 мкм, что превышало показатели мягкой пшеницы на 447,46 мкм. Данный образец превзошел все остальные и по площади стебля – 4,56 мм^2, при среднем по сортам 3,61 мм^2.

Большое значение на устойчивость к полеганию также имеет площадь выполненной части стебля. Выполненность стебля у сорта пшеницы мягкой Рассвет составила 50,96 % (1,97 мм^2), что на 25 % ниже, чем показатели пшеницы твердой. Это различие является видовым. среди сортов пшеницы твердой наибольшую выполненность соломины имел сорт Дюймовочка – 98,39 % (2,88 мм^2), подколосовое междоузлие которого практически не имело медуллярной лакуны (рис. 2). В целом следует отметить, что большей выполненностью отличались короткостебельные образцы (Ириде, Меридиано, Владлена, Катюша и Дюймовочка – 74,52–98,39 %).



Дюймовочка (*Triticum durum*) Рассвет (*Triticum aestivum*)

Рис. 2. Выполненность стебля сортов твердой и мягкой пшеницы

Для установления взаимосвязи параметров структуры стебля с устойчивостью к полеганию нами был проведен корреляционный анализ (табл. 2).

Таблица 2. **Корреляция выполненности стебля с селекционно-значимыми признаками, *r***

Показатель	Диаметр стебля, мм	Толщина стенки, мкм	Площадь стебля, мм^2	Площадь выполненной части, мм^2	Площадь лакуны, мм^2	Выполненность стебля, %
Устойчивость к полеганию	-0,31	0,79	-0,29	0,39	-0,82	0,84
Высота растения	0,34	-0,72	0,32	-0,32	0,79	-0,81
Длина колоса	0,41	-0,50	0,41	-0,09	0,66	-0,66
Количество колосков в колосе	0,37	-0,63	0,34	-0,24	0,73	-0,76
Количество зерен в колосе	-0,12	-0,43	-0,15	-0,42	0,25	-0,30
Масса зерна с колоса	0,37	-0,29	0,36	0,02	0,47	-0,48

В результате анализа установлено, что значимыми в селекции на устойчивость к полеганию являются показатели «площадь медуллярной лакуны» (-0,82) и выполненность стебля (0,84). Данные показатели также тесно коррелировали с высотой растения (0,79 и -0,81 соответственно). Средняя степень корреляции признаков с длиной колоса и количеством колосков в нем (0,66…0,73 и -0,66…-0,76), а также с массой зерна с колоса (0,47, -0,48), служит показателем их влияния на итоговую продуктивность растения.

У пшеницы основной механической тканью является склеренхима. Наибольшим количеством рядов склеренхимы обладает сорта Владлена – 10,00 шт. (на 2022 шт. больше среднего показателя) и Ириде – 9,67 шт. а наименьшим – сорт Валента (4,67 шт.) (рис. 3, табл. 3,).

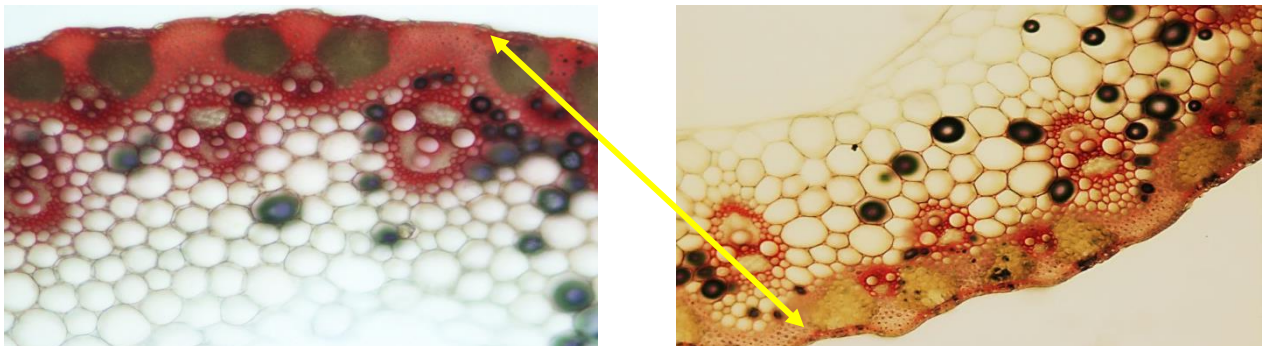


Рис. 3. Развитие механических тканей у сортов твердой пшеницы

Таблица 3. **Развитие механических тканей стебля пшеницы**

Образец	Склеренхима			Толщина склеренхимной обкладки ППпар, мкм		
	кол-во рядов, шт.	толщина, мкм	площадь кольца, мм^2	верх	низ	бок
Рассвет (*T. aestivum*)	7,00	105,33	0,68	21,60	31,50	23,20
Розалия	7,75	101,28	0,70	35,20	37,90	31,20
Валента	4,67	64,57	0,42	41,27	31,13	23,63
Л-40-00	7,81	105,53	0,70	36,07	34,71	20,65
Л-48-00	7,17	95,40	0,63	25,03	23,10	21,67
Елена	7,22	114,29	0,71	42,10	40,05	24,38
Ириде	9,67	170,50	1,11	61,33	33,60	24,37
Меридиано	6,41	119,58	0,86	37,52	33,14	24,16
Владлена	10,00	153,00	0,94	40,53	27,40	22,93
Катюша	8,83	126,67	0,63	26,83	25,93	21,70
Дюймовочка	8,29	158,04	0,88	38,56	32,42	30,10
среднее	*7,78*	*120,88*	*0,76*	*38,44*	*31,94*	*24,48*
НСР05	0,7	22,2	-	1,1	0,9	0,6

На устойчивость к полеганию наибольшее влияние оказывает толщина склеренхимы. Все высокорослые сорта характеризовались меньшей толщиной склеренхимы в сравнении с короткостебельными – 64,57–114,29 мкм к 119,58–170,50 мкм. Наиболее мощная склеренхима отмечена у сорта Ириде (170,50 мкм), наименее – у сорта Валента (64,57 мкм) (рис. 3). Толщина склеренхимной обкладки больших проводящих пучков, расположенных в паренхиме центрального цилиндра, измеряется в трех местах – верх, низ и бок. По всем этим показателям наибольшие размеры отмечены у сортов Ириде, Елена, Валента.

Анализ парных корреляций параметров механических тканей с селекционно значимыми признаками позволил обосновать критерии для отбора (табл. 4).

Таблица 4. **Корреляция параметров механических тканей стебля с селекционно значимыми признаками, *r***

Показатель	Склеренхима			Толщина склеренхимной обкладки ППпар, мкм		
	Кол-во рядов, шт.	Толщина, мкм	Площадь кольца, мкм^2	верх	низ	бок
Устойчивость к полеганию	0,52	0,78	0,66	0,27	-0,25	0,08
Высота растения	-0,57	-0,82	-0,68	-0,30	0,19	-0,21
Длина колоса	-0,90	-0,90	-0,74	-0,23	0,36	0,04
Количество колосков	-0,75	-0,85	-0,70	-0,13	0,32	-0,12
Количество зерен в колосе	-0,67	-0,68	-0,74	-0,21	0,12	-0,19
Масса зерна с колоса	-0,90	-0,72	-0,58	-0,06	0,51	0,20
Масса 1000 зерен	-0,85	-0,63	-0,47	-0,10	0,55	0,32
Урожайность	0,12	-0,33	-0,38	-0,56	-0,58	-0,54

Выявлена стабильная корреляция средней (0,5–0,7) и сильной (0,7–1,0) степени между мощностью склеренхимы и хозяйственно полезными признаками. При этом положительная корреляция выявлена только с устойчивостью к полеганию (0,52–0,78). С элементами урожайности связь отрицательная.

На устойчивость к полеганию также оказывают положительное влияние толщина склеренхимной обкладки проводящего пучка паренхимы, но невысокий коэффициент корреляции свидетельствует о слабой и средней степени связи (до 0,5), что указывает на нецелесообразность использования данного параметра в качестве критерия для отбора.

Заключение

Таким образом, обоснована целесообразность использования гистолого-анатомических параметров структуры стебля в селекции пшеницы твердой на устойчивость к полеганию. В селекции на устойчивость к полеганию значимыми являются показатели «площадь медуллярной лакуны» (r= -0,82) и выполненность стебля (0,84). Данные показатели также тесно коррелировали с высотой растения (0,79 и -0,81 соответственно). Средняя степень корреляции признаков с длиной колоса и количеством колосков в нем (0,66…0,73 и -0,66…-0,76), а также с массой зерна с колоса (0,47, -0,48), служит показателем их влияния на итоговую продуктивность растения.

На устойчивость к полеганию наибольшее влияние оказывает толщина склеренхимы, а также толщина склеренхимной обкладки проводящих пучков (0,52–0,78). С элементами урожайности связь отрицательная. Выявленную зависимость необходимо учитывать в селекционном процессе и при гибридизации сочетать скрещивание форм с высокой толщиной склеренхимного кольца, что свидетельствует об их устойчивости к полеганию с высокопродуктивными формами.

Установлено, что в селекции на повышение прочности стебля и устойчивость к полеганию в качестве критериев отбора следует использовать следующие параметры: тяжи хлоренхимы расположены часто и небольшого размера, увеличенная толщина склеренхимы (120–160 мкм), толщина стенки (750–950 мкм) и малая медуллярная лакуна (0,2–0,6 мм2). Обоснование выявленных критериев обеспечивает совершенствование селекционной работы за счет сокращения сроков создания новых сортов и повышения результативности селекционного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Градчанинова, О. Д. Анатомическое строение корня и стебля некоторых видов пшеницы и полегание / О. Д. Градчанинова // Бюл. ВИР им. Н.И. Вавилова. – 1981. – Вып. 106. – С. 76–80.

2. Лазаревич, С. В. Нетипичные проводящие пучки стебля в полиплоидном ряду пшеницы. Сообщение I. Анализ строения нетипичных проводящих пучков / С. В. Лазаревич // Вестник БГСХА. – 2015. – № 4. – С. 57–61.

3. Лазаревич, С. В. Эволюция анатомического строения стебля пшеницы / С. В. Лазаревич. – Минск: БИТ Хата, 1999. – 296 с.

4. Лукьянова, И. В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции: автореф. дис. … доктора биол. наук / И. В. Лукьянова; Кубанский гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2008. – 52 с.

5. Мережко, А. Ф. Наследование длины соломины и анатомического строения стебля межсортовыми гибридами мягкой пшеницы / А. Ф. Мережко, О. Д. Градчанинова // Бюл. Всесоюз. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилов. – 1982. – Вып. 122. – С. 18–22.

6. Москалева, Г. И. Морфолого-анатомические особенности строения стебля и устойчивость к полеганию мягкой яровой пшеницы / Г. И. Москалева // Науч.-техн. бюл. / Всесоюзн. ин-т растениеводства им Н. И. Вавилова. – 1987. – Вып. 170. – С. 64–68.

7. Пыльнев, В. В. Изменение анатомического строения растений озимой пшеницы в результате селекции / В. В. Пыльнев, Б. Б. Батоев // Известия ТСХА. – М.,1993. – Вып. 1. – С. 31–39.

8. Пьянов, В. П. Анатомическое строение стебля и устойчивость к полеганию яровой пшеницы / В. П. Пьянов // Науч. тр. / Омский с.–х. ин-т. – 1997. – Т. 164. – С. 21–23.

УДК 581.19:633.37:631.67

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

В. А. ВОЛЫНЦЕВА, В. И. БУШУЕВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mal: Shpurgalova_vikt@mail.ru

(Поступила в редакцию 11.04.2022)

В настоящей статье представлены данные по биохимическому составу и кормовым качествам сухого вещества галеги восточной при различных условиях орошения. В дополнение к этому в статье освещены вопросы по влиянию орошения на аминокислотный состав белка и вынос питательных веществ из почвы вместе с урожаем.

Установлено, что из всего растения наибольшей питательностью обладали листья, в которых содержится 247,7–257,7 г/кг сырого протеина, 12,9–16,7 г/кг жира и 407,7–435,4 г/кг БЭВ, а также 0,84–0,89 кормовых единиц и 0,98–1,01 энергетических кормовых единиц. Сухое вещество стеблей характеризовалось большим содержанием клетчатки, которое в зависимости от варианта опыта достигало 470,1–488,5 г/кг против 202,8–223,3 г/кг у листьев. В целом для всего растения, орошение гарантирует увеличение содержания сырого протеина в сухом веществе на 9,3–10,7 г/кг, сырого жира на 1,0–2,0 г/кг, БЭВ на 2,7 г/кг, но обеспеченность сырой клетчаткой снижается на 2,3–20,1 г/кг. Также орошение галеги восточной, влияет на аминокислотный состав белка, увеличивая содержание аминокислот с 92,5 % на контроле до 95,4 % и 97,8 % отмеченных в вариантах 80 % НВ и 70 % НВ соответственно.

Выход сырых питательных веществ с 1 га пахотных земель зависел от возраста посевов и условий увлажнения и находился в пределах 1157,1–5511,5 кг протеина, 72,9–556,9 кг жира, 2061,1–7029,5 кг клетчатки и 2283,4–11227,3 кг БЭВ, а максимального выхода сырых питательных веществ можно достичь, при возделывании галеги восточной в условиях варианта 70 % НВ. Вместе с 1 т сухого вещества галеги восточной из почвы выносится 30,0–32,2 кг азота, 6,7–7,0 кг фосфора, 39,3–41,6 кг калия в зависимости от варианта опыта.

***Ключевые слова**: галега восточная, кормовая питательность, биохимический состав, аминокислоты, сухое вещество, сырой протеин, сырой жир, клетчатка, режимы орошения.*

This article presents data on the biochemical composition and nutritional quality of the dry matter of Galega orientalis under various irrigation conditions. In addition to this, the article highlights the issues of the effect of irrigation on the amino acid composition of the protein and the removal of nutrients from the soil along with the harvest.

It was found that of the whole plant, the leaves had the highest nutritional value, which contained 247.7–257.7 g/kg of crude protein, 12.9–16.7 g/kg of fat and 407.7–435.4 g/kg of nitrogen-free extractive substances, as well as 0.84–0.89 feed units and 0.98–1.01 energy feed units. The dry matter of stems was characterized by a high fiber content, which, depending on the variant of the experiment, reached 470.1–488.5 g/kg versus 202.8–223.3 g/kg in the leaves. In general, for the whole plant, irrigation guarantees an increase in the content of crude protein in dry matter by 9.3–10.7 g/kg, crude fat by 1.0–2.0 g/kg, nitrogen-free extractive substances by 2.7 g/kg, but the supply of crude fiber is reduced by 2.3–20.1 g/kg. Also, irrigation of Galega orientalis affects the amino acid composition of the protein, increasing the content of amino acids from 92.5% in the control to 95.4 % and 97.8 % noted in the variants with 80 % minimum water capacity and 70 % minimum water capacity, respectively.

The yield of raw nutrients from 1 ha of arable land depended on the age of crops and moisture conditions and was in the range of 1157.1–5511.5 kg of protein, 72.9–556.9 kg of fat, 2061.1–7029.5 kg of fiber and 2283.4–11227.3 kg of nitrogen-free extractive substances, and the maximum yield of raw nutrients can be achieved when Galega orientalis is cultivated under the conditions of 70 % minimum water capacity. Together with 1 ton of dry matter of Galega orientalis, 30.0–32.2 kg of nitrogen, 6.7–7.0 kg of phosphorus, 39.3–41.6 kg of potassium are removed from the soil, depending on the variant of the experiment.

***Key words**: Galega orientalis, fodder nutritional value, biochemical composition, amino acids, dry matter, crude protein, crude fat, fiber, irrigation regimes.*

Введение

В условиях дефицита кормового белка очень важная роль принадлежит многолетним бобовым травам, возделывание которых дает возможность получать высокопитательный белковый корм, сбалансированный по аминокислотному составу. Среди многолетних бобовых трав важное место занимает галега восточная, которая в настоящее время является достаточно изученной с точки зрения ботанической характеристики, биологических особенностей, технологии возделывания и приготовления различных видов кормов для животных. Многочисленными исследованиями было установлено, что галега восточная является универсальной кормовой культурой, обладающей весьма уникальной способностью долголетия жизни в травостое. Из нее можно получить различные виды кормов. Наиболее эффективно она используется в качестве зеленой подкормки, при скармливании которой у крупного рогатого скота не возникает тимпании. Благодаря способности листьев не опадать при сушке из нее получается высококачественное сено. Кроме того, из зеленой массы галеги восточной получают сенаж, силос и травяную муку. Из всех видов кормов наименее затратным и широко используемым является зеленый корм, в котором содержится максимальное количество протеина, сравнимое с белковым концентратом. В составе перевариваемого протеина имеются все аминокислоты в том числе и незаменимые. Исследования по питательной

ценности галеги восточной были проведены в конце 70-х – в начале 80-х гг. XX в., в результате которых было установлено, что биохимический состав и питательность кормов зависит от фазы развития растений. Так, по мере прохождения фаз развития, особенно с фазы цветения, начинает уменьшаться общее количество азотистых веществ, выражаемое содержанием сырого протеина, увеличивается содержание клетчатки и снижается энергетическая ценность кормов. Поэтому очень важно при возделывании галеги восточной своевременно проводить уборку кормовой массы [1, 2, 3].

Многолетними исследованиями также установлено, что в условиях Республики Беларусь галега восточная устойчиво формирует два укоса зеленой массы, но при благоприятных условиях можно получить и три укоса. К благоприятным условиям относятся достаточная влаго- и теплообеспеченность культуры на протяжении всего периода вегетации. При этом важно учитывать, что для сохранения ее продуктивного долголетия целесообразно в первые два года использования проводить первый укос при достижении фазы полного цветения и обеспечить тем самым необходимый срок для формирования корневой системы и наибольшего количества почек возобновления. В последующие годы первый укос более эффективно проводить в фазе начала цветения, в конце мая, второй – в середине августа и третий – в середине октября [1, 2, 3, 5].

Урожайность зеленой массы при такой эксплуатации травостоя за период вегетации может составлять 550–900 ц/га, сбор сухого вещества 135–200 ц/га, семян 2,0–6,0 ц/га, переваримого протеина – 20–30 ц/га [4, 6].

Несоблюдение правильного режима использования травостоя может привести к снижению урожайности и сокращению сроков долголетия жизни. Оптимальным режимом использования травостоя галеги восточной на зеленый корм с высокой концентрацией белка при трехкратном скашивании является проведение первого укоса в фазу полной бутонизации, второго – в фазу стеблевания и третьего – в фазу начала бутонизации. Однако, как отмечалось выше, галега восточная в условиях Республики Беларусь устойчиво формирует два укоса зеленой массы, а для формирования третьего укоса одним из важных факторов является достаточная влагообеспеченность в этот период.

Следует отметить, что влагообеспеченность для галеги восточной имеет решающее значение и при закладке травостоев в первый год жизни, начиная с прорастания семян, характеризующихся плотной, трудно проницаемой оболочкой и на начальном этапе роста и развития всходов, когда корневая система находится в стадии формирования. Начиная со второго года жизни, сформировавшиеся травостои галеги восточной меньше страдают от недостатка влаги в период формирования первого укоса, так как лучше, чем другие бобовые используют осенне-зимние осадки. Однако формирование и уровень урожайности второго и особенно третьего укоса находятся в прямой зависимости от влагообеспеченности, что указывает на необходимость проведения орошения на травостоях галеги восточной в каждом конкретном случае проявления почвенной засухи. В Республике Беларусь исследования по орошению галеги восточной до настоящего периода не проводились, но их актуальность обоснована проявляющейся периодичностью повторения засушливых периодов, связанных с изменением климата в сторону потепления. Не изученными при этом и весьма актуальными в связи со значимостью культуры в кормопроизводстве являются вопросы кормовой питательности травостоя галеги восточной в условиях орошения. В связи с этим целью наших исследований было изучить биохимический и аминокислотный состав сухого вещества зеленой массы галеги восточной, полученной в условиях орошения и оценить его кормовую ценность [7].

Основная часть

Опыты по изучению возделывания галеги восточной в условиях орошения проводились в 2015–2019 гг. в северо-восточной части Республики Беларусь, в УНЦ «Опытные поля БГСХА» «Тушково-1». Объектом исследований служил сорт Нестерка.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком и характеризовалась следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,54 %; P_2O_5 – 283,9 мг/кг; K_2O – 239,0 мг/кг; pH_{KCl} – 6,43; плотность сложения для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 1,32– 1,43 г/см^3; наименьшая влагоемкость для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 20,0–22,67 % от массы сухой почвы. Схема опыта включала следующие варианты: 1) без орошения (контроль); 2) орошение галеги восточной при снижении влажности почвы до уровня 80 % НВ в расчетном слое почвы (80 % НВ); 3) орошение галеги восточной при снижении влажности почвы до уровня 70 % НВ в расчетном слое почвы (70 % НВ).

Поливы выполнялись барабанно-шланговой дождевальной установкой *IrrilandRaptor*. Поливная норма определялась исходя из мощности расчетного слоя почвы и ее наименьшей влагоемкости. Ее величина для варианта 80 % НВ составляла 25 мм, а для 70 % НВ – 30 мм.

Возделывание галеги восточной проводилось в соответствии с отраслевым регламентом. Площадь учетной делянки 115,5 м^2, повторность 4-кратная. Расположение делянок систематическое. Посев проводился беспокровно с нормой высева семян 12 кг/га при 100%-й посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 30,0 см. Семена перед посевом скарифицировали и инокулировали микробным препаратом «Ризофос» марки «Галега» из расчета 200 мл на гектарную норму высева [1]. Подкормка посевов минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{90}$ с последующим боронованием травостоя проводилась ежегодно в ранневесенний период.

По содержанию питательных веществ растительные образцы анализировались в химико-экологической лаборатории УО БГСХА, где, согласно методикам, определялось: сухое вещество в зеленой массе – высушиванием в сушильном шкафу при температуре 105 ^{o}С по ГОСТ 27548-97 п. 4; п.7; содержание сырого протеина, определяли титрометрическим методом по Кьельдалю. Сущность метода заключается в разложении органического вещества пробы кипящей концентрированной серной кислоты с образованием солей аммония, переведения аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале с последующим перерасчетом результатов в процентах по коэффициенту 6,25. ГОСТ 13496.4-93; содержание сырого жира, определяли методом экстракции сырого жира из взвешенной анализируемой пробы растворителем и взвешиванием обезжиренного остатка, ГОСТ 13496. 15-97; содержание сырой клетчатки, определяли путем удаления из продукта кислотощелочерастворимых веществ и учета массы остатка, условно принятого за клетчатку, ГОСТ 13496.2-90; сырой протеин, выход сырого протеина, выход кормовых единиц, выход переваримого протеина, обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином определялись – расчетным путем [8]; аминокислотный состав – по методу капиллярного электрофореза в соответствии с М-04-38-2009.

Химические анализы почвы выполняли согласно ГОСТам и методическим указаниям: гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИАНО. ГОСТ 261384; обменную кислотность pH (KCL)- потенциометрически. ГОСТ 26483-85; подвижные соединения P_2O_5 и K_2O из 0,2 и вытяжки HCl по методу Кирсанова в модификации ЦИАНО, с последующим определением фосфора на фотоэлектроколориметре, калия – на пламенном фотометре, ГОСТ26207-91.

Исследования по изучению влияния орошения на урожайность галеги восточной проводились с 2015 по 2019 годы, характеризующиеся различной обеспеченностью теплом и влагой. Так, 2015-й год был жарким и засушливым (ГТК 1,0), 2016-й – теплым и избыточно влажным (ГТК 1,74), 2017-й – прохладным и избыточно влажным (ГТК 1,88), а 2018-й и 2019-й годы – теплыми и влажными (ГТК 1,35, 1,48, соответственно). С учетом регулирования влагообеспеченности в вариантах опыта с разными режимами орошения проводилось соответствующее количество поливов с требуемыми межполивными интервалами и оросительными нормами (табл. 1).

Таблица 1. **Количество поливов, оросительные нормы и межполивные интервалы при различных режимах орошения галеги восточной (2015-2019 гг).**

Режимы орошения	Годы	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м^3/га	Минимальный межполивной интервал, сут.
70 % от НВ	2015	8	2400	5
	2016	2	600	35
	2017	3	650	6
	2018	2	600	14
	2019	2	600	14
80 % от НВ	2015	9	1800	5
	2016	2	500	50
	2017	2	500	70
	2018	1	250	–
	2019	1	250	–

Неравномерность распределения атмосферных осадков на протяжении вегетационного периода каждого года исследований и особенности роста и развития галеги восточной в зависимости от возраста травостоя оказывали влияние на количество поливов, минимальный межполивной интервал, регулируемый по нижней границе влагозапасов в почве и оросительную норму при различных режимах орошения.

Было установлено, что наиболее требовательными к влаге оказались посевы первого года жизни травостоя в засушливом 2015 году, когда потребовалось наибольшее количество поливов в обоих вариантах опыта и с самым коротким (5 суток) межполивным периодом. При этом, в варианте 70 % НВ было выполнено 8 поливов с оросительной нормой 2400 м^3/га, а в варианте 80 % НВ – 9 поливов с оросительной нормой 1800 м^3/га. В последующие годы, с учетом возраста травостоя корневая система

с каждым годом все больше укреплялась, растения интенсивно развивались и в значительной степени могли обеспечивать себя влагой за счет влагозапасов почвы. Но, несмотря на относительно устойчивую влагообеспеченность, в избыточно влажные и влажные годы орошение галеги восточной оказалось эффективным, и связано это было с тем, что на протяжении вегетации в периоды при отсутствии осадков возникала потребность растений в своевременной влагообеспеченности, которая восполнялась орошением посевов. При этом оросительная норма в зависимости от года исследований составила в варианте 70 % НВ 600–650 м^3/га, а 80 % НВ – 250–500 м^3/га с периодами между поливами от 6 до 35 дней и от 5 до 70 дней соответственно. Дополнительная влага, поступающая в почву, оказывала стимулирующее влияние на рост травостоев галеги восточной, что позволило на орошаемых вариантах получить по три полноценных укоса кормовой массы со значительным превышением по урожайности над контрольным вариантом. Более того, орошение галеги восточной положительно повлияло и на биохимический состав сухого вещества (табл. 2).

Таблица 2. **Результаты биохимического анализа сухого вещества зеленой массы галеги восточной при различных режимах орошения (средние за 2015–2019 гг.)**

Вариант опыта	Сырые питательные вещества в г/кг. СВ				Содержание в 1 кг. СВ		Обеспеченность ПП, г	
	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	к. ед.	ЭКЕ	к. ед.	ЭКЕ
Листья								
Контроль	252,5	16,7	202,8	435,4	0,89	1,01	–	–
70 % НВ	247,7	17,1	208,8	427,1	0,87	0,99	–	–
80 % НВ	257,7	12,9	223,3	407,7	0,84	0,98	–	–
$НСР_{05}$	35,56	5,03	19,74	39,83	0,05	0,03	–	–
S_x	10,26	1,45	5,70	11,50	0,01	0,01	–	–
Стебли								
Контроль	128,6	6,7	470,1	322,8	0,37	0,65	–	–
70 % НВ	128,1	6,8	488,5	300,2	0,34	0,62	–	–
80 % НВ	129,4	6,6	477,4	306,3	0,36	0,64	–	–
$НСР_{05}$	20,19	2,03	24,85	35,70	0,04	0,04	–	–
S_x	5,83	0,59	7,17	10,30	0,01	0,01	–	–
Все растение								
Контроль	187,8	12,1	332,5	385,4	0,64	0,83	214	164
70 % НВ	198,5	14,1	312,4	388,1	0,67	0,85	215	169
80 % НВ	197,1	13,1	327,2	372,8	0,65	0,84	225	173
$НСР_{05}$	24,91	3,32	23,55	24,94	0,10	0,04	27,01	21,80
S_x	7,19	0,96	6,80	7,20	0,02	0,01	7,79	6,29

Оценка биохимического состава сухого вещества кормовой массы в различных вариантах опыта проводилась в первый-третий и пятый годы жизни травостоя (2015–2017 и 2019 гг.) у различных частей растений: листьев, стеблей и всего растения. Было установлено, что орошение оказывает неоднозначное влияние на биохимический состав травостоя в различные годы жизни. Из всего растения наибольшей питательностью обладали листья. По содержанию в 1 кг сухого вещества сырого протеина (247,7–257,7 г), жира (12,9–16,7 г) и БЭВ (407,7–435,4 г), а также кормовых единиц (0,84–0,89) и энергетических кормовых единиц (0,98–1,01), листья более чем в два раза превосходили стебли. При этом в сухом веществе стеблей содержалось больше клетчатки, которая в зависимости от варианта опыта составила 470,1–488,5 г/кг против 202,8–223,3 г/кг у листьев.

Анализ биохимического состава всего растения показал, что в вариантах с орошением по сравнению с контролем отмечено превышение содержания сырого протеина в сухом веществе на 9,3–10,7 г/кг, сырого жира на 1,0–2,0 г/кг, БЭВ на 2,7 г/кг. При этом обеспеченность сухой массы сырой клетчаткой снижалась на 2,3–20,1 г/кг.

Важным показателем кормовой питательности галеги восточной является содержание в корме кормовых и энергетических кормовых единиц. В наших исследованиях в вариантах с орошением в 1 кг сухого вещества галеги восточной отмечено превышение кормовых единиц по сравнению с контролем на 0,01–0,03, а энергетических кормовых единиц – на 0,01–0,02. При этом более высокими показателями характеризовался вариант 70 % НВ. Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином составила 214–225 г, а ЭКЕ – 164–173 г., но более высокими показателями характеризовался вариант с орошением 80 % НВ. Все это подтверждает высокую кормовую и энергетическую питательность корма галеги восточной при возделывании в условиях орошения.

Наиболее доказательными показателями эффективности орошения галеги восточной является урожайность сухого вещества и выход сырых питательных веществ с урожаем (табл. 3). В наших исследованиях, с учетом сформировавшихся в этот период метеорологических условий, особенно показательной характеристикой является урожайность сухого вещества по годам и вариантам опыта. Учитывая

засушливые условия в год закладки полевых опытов, наиболее уязвимым от недостатка влагообеспеченности оказался контрольный вариант без орошения, где урожайность была самой низкой и составила 1,47 т/га против 4,65 и 3,74 т/га в вариантах с орошением 70 % НВ и 80 % НВ соответственно.

Таблица 3. **Урожайность сухого вещества галеги восточной и выход питательных веществ с урожаем при различных режимах орошения (2015–2019 гг.)**

Варианты опыта	Годы исследований	Урожайность сухого вещества т/га	Выход питательных веществ, кг/га					Выход тыс.шт.	
			СП	СЖ	СК	БЭВ	ПП	к. ед.	ЭКЕ
Контроль	2015	1,47	338,1	13,2	477,8	504,2	255,0	0,96	1,23
	2016	6,06	1157,1	72,9	2061,1	2283,4	841,5	3,84	4,98
	2017	9,66	1606,0	91,2	3448,6	3784,0	1128,6	5,66	7,71
	2019	19,95	3269,0	357,8	6141,7	8581,3	2292,7	13,55	17,24
70 % НВ	2015	4,65	990,5	46,5	1367,1	1790,3	774,6	3,12	4,00
	2016	14,74	2892,9	193,7	4969,6	5403,4	2118,0	9,29	12,17
	2017	15,46	2685,6	187,8	5566,8	5738,1	1911,0	9,06	12,22
	2019	26,14	5511,5	556,9	6754,6	11227,3	4085,5	21,22	24,64
80 % НВ	2015	3,74	830,3	48,6	1140,7	1312,7	591,7	2,58	3,25
	2016	13,69	2806,1	130,5	4658,2	4932,9	2074,7	8,61	11,22
	2017	14,33	2605,1	178,4	5180,1	5114,3	1872,0	8,30	11,36
	2019	23,26	4175,7	401,6	7029,5	9835,3	2994,6	16,18	20,28
$НСР_{05}$	2015	0,03	5,50	0,28	7,60	9,26	4,15	0,02	0,02
	2016	0,63	126,76	7,70	214,74	227,46	93,44	0,40	0,52
	2017	0,39	73,08	5,15	137,85	142,00	53,05	0,24	0,32
	2019	0,77	138,46	16,81	229,33	330,78	99,32	0,56	0,68
S_x	2015	0,01	1,59	0,08	2,19	2,67	1,20	0,005	0,006
	2016	0,18	36,59	2,22	61,98	65,45	26,97	0,11	0,15
	2017	0,11	21,09	1,49	39,79	40,98	15,31	0,07	0,09
	2019	0,22	39,96	4,85	66,19	95,47	28,67	0,16	0,19

В этот же год получен минимальный выход питательных веществ с 1 гектара, который составил в зависимости от варианта 338,1–990,5 кг сырого и 255,0–4085,5 кг переваримого протеина, 13,2–46,5 кг сырого жира, 477,8–1367,1 кг сырой клетчатки и 504,2–1790,3 кг БЭВ. Более высокими показателями характеризовался вариант с орошением 70 % НВ.

В годы хозяйственного использования посевов, что свойственно галеге восточной, урожайность сухого вещества с каждым последующим годом увеличивалась и в 2019 году на пятый год жизни травостоя составила в контрольном варианте 19,95 т/га, а в вариантах с орошением 70 % НВ – 26,14 и 80 % НВ –23,26 т/га. Во все годы исследований превышение урожайности в вариантах с орошением было достоверно выше, чем в контроле, а более урожайным оказался вариант 70 % НВ. Такая же закономерность наблюдалась в вариантах опыта и по выходу питательных веществ, кормовых и энергетических кормовых единиц.

Так, выход сырых питательных веществ с одного гектара варьировал в зависимости от года жизни травостоя и вариантов опыта и находился в пределах 1157,1–5511,5 кг протеина, 72,9–556,9 кг жира, 2061,1–7029,5 кг клетчатки и 2283,4–11227,3 кг БЭВ. Возрастание показателей наблюдалось по годам и вариантам опыта. Орошаемые варианты имели достоверную прибавку по сравнению с контролем, но наиболее высокими показателями характеризовался вариант 70 % НВ.

Выход кормовых и энергетических кормовых единиц также наиболее высокий отмечен в 2019 году из травостоев пятого года жизни и составил в контрольном варианте 13,55–17,24 тыс. штук, в варианте 70% НВ – 21,22–24,64 и 80 % НВ – 16,18–20,28 тыс. штук, соответственно. Лучшие показатели отмечены также в варианте 70 % НВ.

Известно, что галега восточная характеризуется высоким содержанием белка, в состав которого входят все незаменимые аминокислоты. Нами выявлены особенности аминокислотного состава белка в зависимости от режимов орошения (табл. 4). В белке галеги восточной содержится 10 заменимых и условно-заменимых аминокислот и 8 незаменимых. По сравнению с куриным яйцом в белке галеги восточной отмечено превышение таких аминокислот, как аспарагиновая, серин, пролин, глицин, гистидин, тиразин, трианин, лейцин, фенилаланин.

В белке галеги восточной содержится 10 заменимых и условно-заменимых аминокислот и 8 незаменимых. По сравнению с куриным яйцом в белке галеги восточной отмечено превышение таких аминокислот, как аспарагиновая, серин, пролин, глицин, гистидин, тиразин, трианин, лейцин, фенилаланин.

Таблица 4. **Аминокислотный состав белка галеги восточной в зависимости от режимов орошения в среднем за 2015–2019 гг., %**

Вариант	Заменимые и условно-заменимые										Незаменимые								Всего
	аспарагиновая	серин	глютаминовая	пролин	глицин	аланин	гистидин	тирозин	цистеин	аргинин	треонин	валин	метионин	изолейцин	лейцин	фенилаланин	лизин	триптофан	
Куриный белок	4,3	3,0	13,7	6,4	2,9	5,8	3,6	2,2	0,8	13,2	3,6	5,5	1,8	5,7	6,5	3,3	8,5	1,3	92,1
Стандарт ФАО	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0	5,0	1,7	4,0	7,0	2,6	5,5	1,0	30,8
Контроль	10,9	4,7	11,1	15,1	3,6	5,1	4,6	3,5	0,2	3,8	3,8	4,7	0,6	3,6	7,0	4,0	5,0	1,2	92,5
70 % НВ	12,1	5,2	12,0	15,9	4,1	5,6	5,1	3,9	0,2	4,1	3,7	4,7	0,6	3,5	7,0	3,9	5,0	1,2	97,8
80 % НВ	11,6	5,0	11,6	15,5	3,9	5,4	4,9	3,8	0,2	4,0	3,6	4,7	0,6	3,5	7,0	3,8	5,1	1,2	95,4
$НСР_{05}$	0,50	0,20	0,50	0,40	0,30	0,10	0,20	0,10	0,05	0,10	0,40	0,50	0,08	0,40	0,70	0,40	0,60	0,20	–
S_x	0,10	0,06	0,14	0,10	0,07	0,04	0,06	0,04	0,01	0,04	0,10	0,14	0,02	0,10	0,21	0,10	0,16	0,05	–

В наших исследованиях выявлены различия между вариантами по содержанию аминокислот в белке галеги восточной по сравнению с куриным белком. Установлено, что в контрольном варианте общая обеспеченность белка галеги восточной аминокислотами была выше, чем у куриного яйца и составила 92,5 % против 92,1 %.

В вариантах с орошением содержание аминокислот в белке было выше, чем в контроле и составило 97,8 % (70 % НВ) и 95,4 % (80 % НВ). Полученные результаты свидетельствуют о том, что орошение улучшает аминокислотный состав корма, делая его более сбалансированным и качественным.

Одновременно с биохимическим анализом нами проведены исследования по определению удельного выноса питательных веществ из почвы с урожаем галеги восточной. Известно, что для образования сухого вещества галега восточная, как и любая другая культура помимо воды использует и минеральные питательные вещества. Она их усваивает из почвы вместе с солевым раствором через корневую систему. Причем часть элементов питания остается в корневой системе и вернется в почву после минерализации корней, а часть выносится безвозвратно вместе с зеленой массой. Для соблюдения законов оптимума и возврата, нами изучалось, сколько питательных веществ выносится из почвы вместе с урожаем (табл. 5).

Таблица 5. **Удельный вынос питательных веществ из почвы с урожаем галеги восточной в среднем за 2015–2019 гг., кг/т**

Варианты опыта	Элементы минерального питания		
	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	30,0	6,7	39,3
70 % НВ	32,2	6,9	41,6
80 % НВ	30,7	7,0	41,4
$НСР_{05}$	3,9	0,8	2,9
S_x	1,1	0,2	0,8

В результате анализа лабораторных исследований было установлено, что вместе с 1 т сухого вещества галеги восточной из почвы было вынесено 30,0–32,2 кг азота, 6,7–7,0 кг фосфора, 39,3–41,6 кг калия. Травостои галеги восточной, возделываемые в условиях орошения, характеризовались более высокими показателями удельного выноса питательных веществ из почвы по сравнению с контролем, но различия между вариантами находились в пределах ошибки опыта.

Заключение

1. В ходе оценки биохимического состава сухого вещества галеги восточной установлено, что листья характеризуются значительно большей питательностью, чем стебли. Они превосходят стебли по содержанию всех сырых питательных веществ, за исключением клетчатки. В целом растении орошение превышает содержание сырого протеина в сухом веществе по сравнению с контролем на 9,3–10,7 г/кг, сырого жира на 1,0–2,0 г/кг, БЭВ на 2,7 г/кг. При этом обеспеченность сухой массы сырой клетчаткой снижалась на 2,3–20,1 г/кг. Также орошение галеги восточной увеличивает содержание

кормовых единиц по сравнению с контролем на 0,01–0,03, энергетических кормовых единиц – на 0,01–0,02, а наибольших кормовых качеств можно достичь при возделывании галеги восточной в условиях варианта 70 % НВ. Однако условия, создаваемые в варианте 80 % НВ, увеличивает обеспеченность одной кормовой единицы с 214 до 225 г, что значительно превышает норму (125 г/к. ед.).

2. Существенная прибавка от орошения прослеживается и в выходе сырых питательных веществ с одного гектара. В зависимости от варианта опыта выход сырых питательных веществ достигал 1157,1–5511,5 кг по протеину, 72,9–556,9 кг по жиру, 2061,1–7029,5 кг по клетчатке и 2283,4–11227,3 кг по БЭВ. При этом максимальными показателями независимо от возраста посевов характеризовался вариант 70 % НВ.

3. При сравнении с эталонами, в белке галеги восточной отмечено повышенное содержание таких аминокислот, как аспарагиновая, серин, пролин, глицин, гистидин, тиразин, трианин, лейцин, фенилаланин. За счет орошения, а в частности возделывание в водно-воздушных условиях варианта 70 % НВ, общая обеспеченность белка заменимыми и незаменимыми аминокислотами возрастает с 92,5 % до 97,8 %.

4. При возделывании галеги восточной на кормовые цели следует учитывать, что вместе с 1 т сухого вещества из почвы выносится 30,0–32,2 кг азота, 6,7–7,0 кг фосфора, 39,3–41,6 кг калия. Следует отметить, что травостои галеги восточной, возделываемые в условиях орошения, характеризовались достоверно повышенной потребностью в элементах питания, но исключением в данном случае был вариант 80 % НВ по выносу азота, в котором прибавка от орошения была недостоверной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева, В. И. Галега восточная: монография. 2-е изд., доп. / В. И. Бушуева, Г. И. Таранухо. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 204 с.

2. Ламан, Н. А. Галега восточная – многолетняя высокобелковая кормовая культура: биологические особенности, технология возделывания, хозяйственное использование / Н. А. Ламан, В. И. Прохоров, И. М. Морозова, А. Г. Саковская. – Минск, 2008. – 49 с.

3. Питательность и качество сенажа из козлятника восточного в разные фазы его вегетации / Г. А. Симонов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 4, № 28-1. – С. 91–92.

4. Новоселова, Л. В. О продуктивной биологии козлятника восточного Galega orientalis. Lam. / Л. В. Новоселова // Ботанические исследования в азиатской России: материалы XI съезда Русского ботанического общества, Новосибирск-Барнаул, 18–22 августа 2003 г. – Барнаул, 2003. – Т. 3. – С. 37, 38.

5. Черепок, И. А. Галега восточная / И. А. Черепок // Земледелие и защита растений. – 2017. – №1. – С. 31–33.

6. Зенькова, Н. Н. Продуктивность, химический состав и питательность галеги восточной в разные фазы ее развития / Н. Н. Зенькова, Н. П. Разумовский, И. А. Субботина // Зоотехническая наука Беларуси. – 2010. – С. 79–88.

7. Волынцева, В. А. Режим орошения галеги восточной (Galega orientalis. Lam) в условиях северо-восточной части Беларуси / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева // Мелиорация. – 2021. – № 3. – С. 75–84.

8. Шелюто, А. А. Оценка энергетической эффективности технологий в кормопроизводстве: метод. пособие / А. А. Шелюто. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Горки: БГСХА, 2011. – 45 с.

УДК 635.21:631.543.81:631.532.2.011

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ (ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДИЙ) И ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЛЁЖКОСПОСОБНОСТИ КЛУБНЕЙ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

В. А. СЕРДЮКОВ, В. Л. МАХАНЬКО, Д. Д. ФИЦУРО, А. И. ПОПКОВИЧ, Д. С. ГАСТИЛО

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013

(Поступила в редакцию 11.04.2022)

В статье представлены результаты исследований влияния ширины междурядий и условий хранения на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля в условиях активного вентилирования с использованием систем вентилирования третьего-четвертого (ТХ-2) и пятого (ТХ-1) технологических укладов.

Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада в технологии хранения семенного картофеля обеспечило статистически достоверное снижение естественной убыли на 0,38 %, количества ростков – 0,40 %, абсолютной гнили – 0,21 % и общих потерь на 0,99 %. Использование данного оборудования обеспечило клубням отличную лёжкоспособность с выходом сохранившихся клубней – 96,52 %. Агротехнический приём «увеличение ширины междурядий» с 75 до 90 см независимо от сорта, условий хранения и года привело к снижению естественной убыли на 0,01 %, потерь за счёт ростков – 0,05 %, гнилей – 0,04 % и общих потерь на 0,10 %. Наименьшие потери были в период хранения 2018–2019 гг., наибольшие в сезон 2019–2020 гг. Прежде всего это связано с метеорологическими условиями в период хранения, так как, система активного вентилирования использует запас естественного холода (наружного воздуха), а также от условий в период вегетации. Минимальные потери клубней были установлены у среднеспелого сорта Скарб: естественная убыль – 2,46 %, потерь за счёт ростков – 0,02 %, гнилей – 0,07 % и общих потерь 2,54 %, а максимальные у среднепозднего сорта Рагнеда – 4,70 %, 0,40, 0,19 и 5,29 % соответственно. Следует отметить, что больше всего абсолютной гнили было у сорта Бриз – 0,27 %.

Клубни сорта Скарб имеют отличную лёжкоспособность в условиях активного вентилирования независимо от ширины междурядий и условий года, Рагнеда – хорошую, Бриз и Вектар от хорошей (в условиях ТХ-2) до отличной (ТХ-1).

Ключевые слова: *картофель, сорт, ширина междурядий, условия хранения, показатели лёжкоспособности.*

The article presents results of research into the influence of row spacing and storage conditions on the keeping capacity of seed potato tubers under conditions of active ventilation using ventilation systems of the third-fourth (TM-2) and fifth (TM-1) technological modes.

The use of active ventilation systems of the fifth technological mode in the storage technology of seed potatoes provided a statistically significant reduction in natural loss by 0.38 %, the number of sprouts – 0.40 %, absolute rot – 0.21 % and total losses by 0.99 %. The use of this equipment provided the tubers with excellent keeping quality with the yield of preserved tubers of 96.52%. The agrotechnical practice of increasing the row spacing from 75 to 90 cm, regardless of the variety, storage conditions and year, led to a decrease in natural loss by 0.01 %, losses due to sprouts – 0.05 %, rot – 0.04 % and total losses by 0.10 %. The smallest losses were during the storage period of 2018–2019, the largest in the 2019–2020 season. First of all, this is due to the meteorological conditions during the storage period, since the active ventilation system uses the supply of natural cold (outside air), as well as from the conditions during the growing season. The minimum losses of tubers were established in the mid-season variety Skarb: natural loss – 2.46 %, losses due to sprouts – 0.02 %, rot – 0.07 % and total losses 2.54 %, and the maximum in the medium-late variety Ragneda – 4.70 %, 0.40, 0.19 and 5.29 %, respectively. It should be noted that the Breeze variety had the most absolute rot – 0.27 %.

Tubers of the Skarb variety have excellent keeping capacity in conditions of active ventilation, regardless of the row spacing and the conditions of the year, Ragneda – good, Breeze and Vektar – from good (in TM-2 conditions) to excellent (TM-1).

Key words: *potatoes, variety, row spacing, storage conditions, keeping quality indicators.*

Введение

Во время хранения картофеля в клубнях продолжаются сложные физиолого-биохимические процессы (дыхание, раневые реакции, прорастание), которые, в свою очередь, определяют сохранность продукции [1–5].

Одним из важных показателей характеристики сортов картофеля является их лежкоспособность. Как биологическое свойство эта способность закреплена генетически и является одним из сортовых признаков, который изменяется под действием внешних факторов. Этот показатель включает в себя естественную убыль при хранении, потери за счет ростков, гнилей (абсолютный отход), а также технического брака, которые составляют общие потери за период хранения клубней [6–8].

Сохранение высокого качества семенных клубней и обеспечение минимально допустимых неизбежных потерь возможно лишь при эффективном регулировании температурно-влажностных режимов, соответствующих каждому периоду хранения. Алгоритм управления микроклиматом достаточно сложный, зависящий от особенностей партий картофеля, предназначенных для длительного хранения. Его полное и качественное выполнение возможно лишь при использовании автоматизированной системы управления. В связи с этим основная задача при хранении заключается в создании оптимальных

условий, обеспечивающих лучшую сохранность клубней картофеля в течение длительного периода по всем уровням насыпи [4, 9].

Исследований по влиянию агротехнических приёмов возделывания картофеля (в т. ч. ширины междурядий) на сохранность клубней недостаточно, тем более с использованием систем вентиляции пятого технологического уклада. Таким образом, целью исследований являлось определение влияния ширины междурядий и условий хранения на сохранность клубней семенного картофеля в условиях активного вентилирования.

Основная часть

Исследования проводили в лаборатории технологий производства и хранения картофеля РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2017–2020 гг. В качестве объектов исследований использовали сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: среднеранней – Бриз, среднеспелой – Скарб, среднепоздней – Рагнеда и Вектар. Предметом исследования была лёжкоспособность клубней семенного картофеля. Проведен четырёхфакторный опыт: **фактор А** – сорт (Бриз, Скарб, Рагнеда и Вектар); **фактор В** – ширина междурядий, ТВ (ТВ-75 – технология возделывания с шириной междурядий 75 см – контроль, ТВ-90– технология возделывания с шириной междурядий 90 см); **фактор С** – условия хранения, ТХ: (ТХ-1 – применение систем вентилирования пятого технологического уклада (оборудованы центробежными вентиляторами), ТХ-2 – применение систем вентилирования 3-4-го технологических укладов (оборудованы осевыми вентиляторами - контроль)); **фактор D** – год (условия в период вегетации и хранения). Способ хранения – насыпью. Закладка опытных образцов клубней на хранение– 1-я декада ноября (2017, 2018 и 2019 гг.), снятие с хранения – 3-я декада марта–1-я декада апреля (2018, 2019 и 2020 гг.). Технология возделывания была общепринятой при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 и 90 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [10].

В качестве предшествующей культуры использовали озимый рапс на зерно с последующей запашкой пожнивных остатков в почву. Минеральные удобрения вносили из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. фосфора (суперфосфат двойной) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Убирали картофель механизировано с отбором опытного материала, с последующей закладкой образцов на хранение согласно схеме исследований.

Учет и анализ опытного материала выполняли согласно методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля и методике исследований по культуре картофеля [11–12]. Статистическая обработка экспериментальные данные выполнена программой Statistica 10.

Погодные условия вегетационных периодов отличались нестабильностью и контрастностью по годам. Вегетационный период 2017 г. был более сухим, нежели условия 2018 г., которые характеризовались регулярными проливными дождями в период роста и развития растений. Однако следует отметить, что важными являются условия в период уборки и закладки материала на хранение. Уборочный период 2017 г. был дождливым, что непосредственно сказалось на количестве клубней, пораженных мокрой (абсолютной) гнилью, а в период уборки 2018 г. стояла теплая и сухая погода. В начале вегетационного периода и периода клубнеобразования в 2019 г. отмечались засушливые условия. В уборочный период стояла теплая и сухая погода.

Условия по годам исследований в период хранения были не стабильными. Температура продукта тесно взаимосвязана и зависела от наружной, так как для вентилирования и охлаждения клубней используется ресурс естественного холода, рис. 1 и 2.

После уборки, отбора материала, и закладки образцов на хранение, клубни проходили лечебный период с соблюдением температурно-влажностного режима согласно данному периоду, в течение 15–18 дней. После прохождения лечебного периода клубни ежедневно и постепенно охлаждались (период охлаждения) на 0,5–1,0 ºС до оптимальной температуры хранения. В основной период температура хранения поддерживалась в интервале 3–5 ºС и относительная влажность воздуха (далее ОВВ) 85–95 %. Контроль температуры и ОВВ хранящегося продукта контролировались автоматически и ежедневно.

За период длительного хранения клубней семенного картофеля 2017–2018 гг. в среднем температура продукта на 0,5 ºС была выше в контрольном варианте (ТХ-2) – 4,7 ºС, чем в условиях ТХ-1 – 4,2 ºС, ОВВ – 87,1 и 90,0 % соответственно. Наружная температура воздуха в этот период была близкой к нулю ºС и ОВВ – в пределах 87,0 %. В основной период хранения температура колебалась в переделах 3,4–3,8 ºС и 3,8–4,5 ºС в условиях ТХ-1 и ТХ-2 соответственно. Относительная влажность воздуха варьировала от 86,8 до 93,1 % (ТХ-1) и 83,0-90,7 % (ТХ-2).

В сезон хранения 2018–2019 гг. температура продукта в условиях ТХ-1 (применение центробежных вентиляторов) была – 4,4 ºС и ОВВ – 88,1 %. В основной период хранения температура изменялась от

3,1 до 4,1 ºС и ОВВ от 82,9 до 91,3 %. В контрольном варианте с применением осевых вентиляторов (ТХ-2) температура продукта в среднем за октябрь (2018) – март (2019) была – 4,8 ºС, что на 0,4 ºС выше чем в условиях ТХ-1. Температура основного периода хранения изменялась от 3,9 до 5,6 ºС, ОВВ составила – 86,7 %.

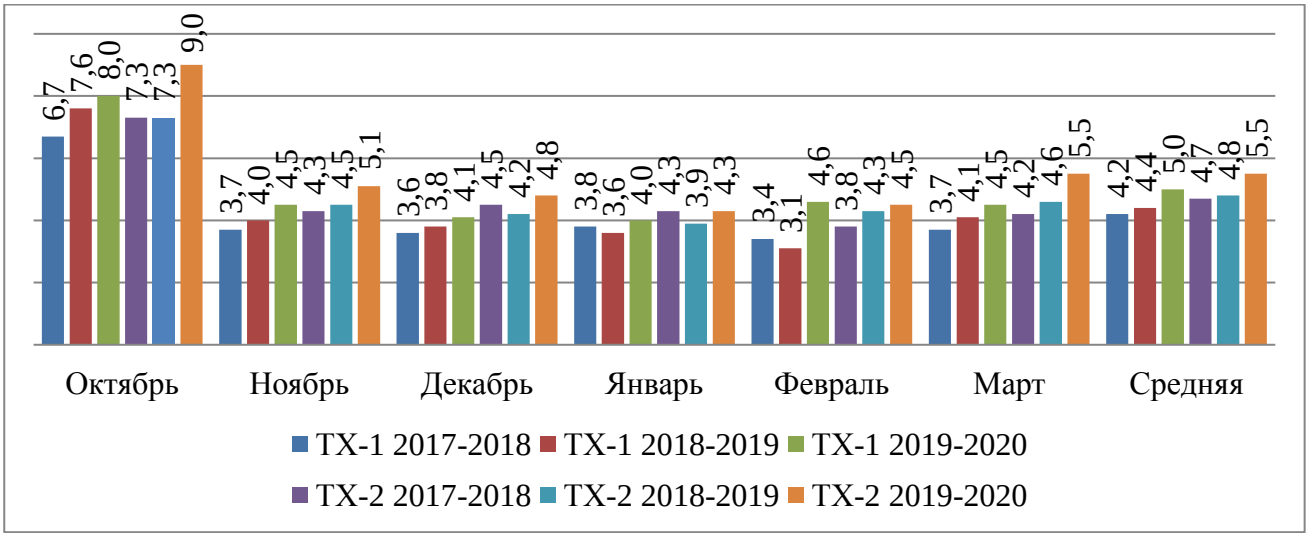


Рис. 1. Температура воздуха (температура внутри продукта) при хранении семенного картофеля в период 2017–2020 гг., ºС.

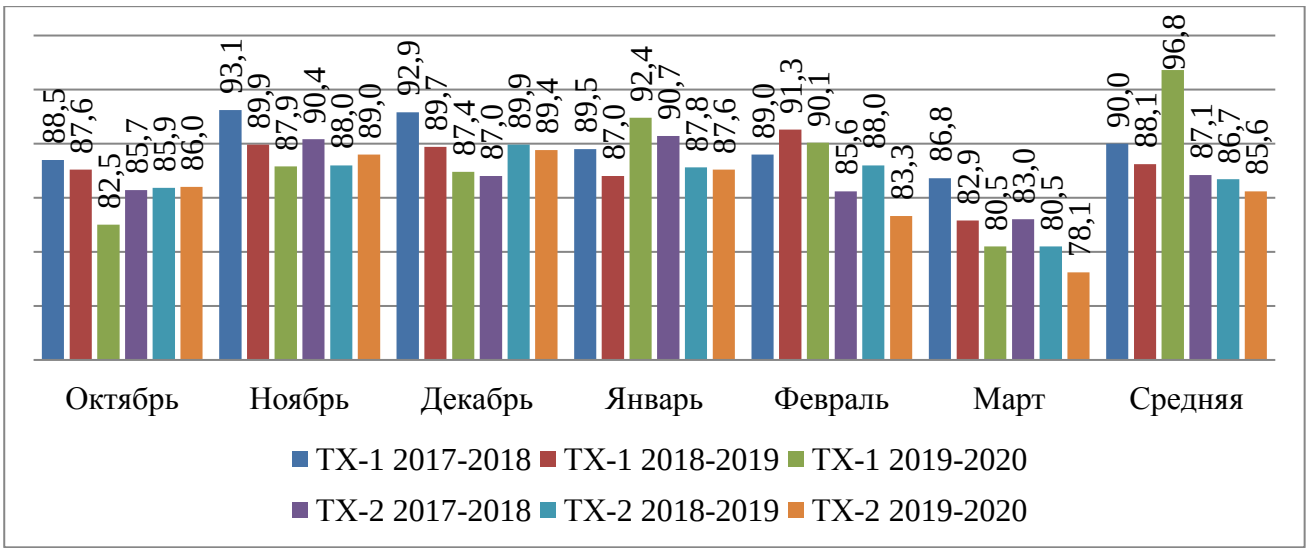


Рис. 2. Относительная влажность воздуха (ОВВ внутри продукта) при хранении семенного картофеля в период 2017–2020 гг., %.

Период хранения 2019–2020 гг. отличался по температурному режиму от других сезонов. В среднем за октябрь–март наружная температура была выше нуля ºС – 3,6–3,7 ºС, что непосредственно сказалось на внутренней температуре продукта, которая была выше предыдущих лет. Применение центробежных вентиляторов (ТХ-1) обеспечило в массе продукта более стабильные и оптимальные условия, нежели применение осевых (ТХ-2). Температура в условиях ТХ-1 была 5,0 ºС, ТХ-2 – 5,5 ºС, и ОВВ – 86,8 и 85,6 % соответственно. Колебания температур воздуха в основной период хранения были в пределах 4,0–4,6 ºС (интервал 0,6 ºС) и 4,3-5,5 ºС (1,2 ºС) в условиях ТХ-1 и ТХ-2 соответственно. Четкой закономерности влияния систем вентилирования на ОВВ не было установлено.

Установлено, что пригодность партий непосредственно зависела от условий года в период уборки и закладки клубней на хранение. Изменение ширины междурядий с 75 см до 90 см снижало общее количество поврежденных клубней при механизированной уборке от 1,00 % у сорта Скарб (min.) до 2,90 % у сорта Рагнеда (max). Клубни сортов Бриз и Скарб характеризовались как устойчивые к механическим повреждениям, а сорта Рагнеда и Вектар – относительно устойчивы независимо от ТВ (ширины междурядий). Увеличение ширины междурядий не повлияло на количество клубней пораженных гнилями. Доля пораженных клубней гнилями варьировала от 2,56 % (сорт Скарб) до 3,23 %

(сорт Вектар), выращенных с шириной междурядий 75 см. При ширине междурядий 90 см данный показатель варьировал от 2,68 % (сорт Вектар) до 3,34 % (сорт Бриз) [13].

Увеличение ширины междурядий с 75 до 90 см ведет к продлению физиологического периода покоя клубней у сортов: Бриз на 7 дней, Скарб – 6, Рагнеда – 3 и Вектар на 8 дней. Клубни сортов Бриз и Скарб имели продолжительный период покоя, а Рагнеда и Вектар – не продолжительный [14].

В результате проведенных исследований естественная убыль клубней сорта Бриз варьировала от 2,97 % (в варианте ТВ-75+ТХ-1) до 3,82 % (ТВ-75+ТХ-2), потери за счёт ростков достигали 0,35 % (ТВ-75+ТХ-2), количество абсолютной гнили изменялось в пределах от 0,08 % (ТВ-90+ТХ-1) до 0,37 % (ТВ-90+ТХ-2), всего потери варьировали от 3,23 (ТВ-75+ТХ-1) до 4,54 % (ТВ-75+ТХ-2). Увеличение ширины междурядий с 75 до 90 см вело к снижению количества ростков на 0,04 % и гнилей – 0,09 %. Применение систем вентилирования пятого технологического уклада обеспечило статистически достоверное снижение ростков на 0,31 % и общих потерь – 0,94 %. Естественная убыль снизалась на 0,43 %, а количество абсолютной гнили – 0,20 %. Для клубней характерна хорошая и отличная лёжкоспособность в условиях ТХ-2 и ТХ-1 соответственно (таблица).

Влияние сортовых особенностей, условий и способов хранения, условий года на показатели лёжкоспособности семенного картофеля за период длительного хранения 2017–2020 гг.

Сорт (А)	ТВ (В)	ТХ (С)	Показатели лёжкоспособности							
			Убыль массы, %	Масса ростков, %	Абсолютная гниль, %	Тех. отходы, %	Общие потери, %	Сохранность, %	Оценка, балл	Лёжкоспо-собность
Бриз	75	1	2,97	0,00	0,26	0,00	3,23	96,77	8,50	Отличная
		2	3,82	0,35	0,37	0,00	4,54	95,46	7,75	Хорошая
	90	1	3,57	0,00	0,08	0,00	3,65	96,35	8,33	Отличная
		2	3,58	0,27	0,37	0,00	4,21	95,79	8,00	Хорошая
$\bar{x}$ по сорту			3,49	0,16	0,27	0,00	3,91	96,09	8,15	Отличная
НСР $_{05}$ – фактор В			0,60	0,16	0,56	0,00	0,94	–		
НСР $_{05}$ – фактор С			0,59	0,14	0,56	0,00	0,90			
Скарб	75	1	2,22	0,06	0,00	0,00	2,28	97,72	9,00	Отличная
		2	2,91	0,00	0,12	0,00	3,02	96,98	8,33	Отличная
	90	1	2,24	0,00	0,00	0,00	2,24	97,76	8,83	Отличная
		2	2,47	0,00	0,14	0,00	2,61	97,39	8,75	Отличная
$\bar{x}$ по сорту			2,46	0,02	0,07	0,00	2,54	97,46	8,73	Отличная
НСР $_{05}$ – фактор В			0,43	0,03	0,18	0,00	0,43	–		
НСР $_{05}$ – фактор С			0,41	0,03	0,18	0,00	0,40			
Рагнеда	75	1	4,80	0,01	0,00	0,00	4,82	95,18	7,50	Хорошая
		2	5,19	0,89	0,47	0,00	6,55	93,45	6,75	Хорошая
	90	1	4,53	0,00	0,00	0,00	4,53	95,47	7,67	Хорошая
		2	4,26	0,71	0,30	0,00	5,27	94,73	7,42	Хорошая
$\bar{x}$ по сорту			4,70	0,40	0,19	0,00	5,29	94,71	7,34	Хорошая
НСР $_{05}$ – фактор В			0,84	0,48	0,32	0,00	1,24	–		
НСР $_{05}$ – фактор С			0,86	0,42	0,30	0,00	1,21			
Вектар	75	1	3,13	0,00	0,11	0,00	3,24	96,76	8,33	Отличная
		2	3,86	0,57	0,14	0,00	4,58	95,42	7,75	Хорошая
	90	1	3,89	0,00	0,00	0,00	3,89	96,11	8,00	Хорошая
		2	4,29	0,51	0,23	0,00	5,03	94,97	7,58	Хорошая
$\bar{x}$ по сорту			3,79	0,27	0,12	0,00	4,19	95,82	7,92	Хорошая
НСР $_{05}$ – фактор В			0,51	0,31	0,27	0,00	0,75	–		
НСР $_{05}$ – фактор С			0,52	0,27	0,27	0,00	0,67			
$\bar{x}$ по ТВ-75			3,61	0,24	0,18	0,00	4,03	95,97	7,99	Хорошая
$\bar{x}$ по ТВ-90			3,60	0,19	0,14	0,00	3,93	96,07	8,07	Хорошая
$\bar{x}$ по ТХ-1			3,42	0,01	0,06	0,00	3,49	96,51	8,27	Отличная
$\bar{x}$ по ТХ-2			3,80	0,41	0,27	0,00	4,48	95,52	7,79	Хорошая
$\bar{x}$ за 2017–2018			3,43	0,09	0,32	0,00	3,84	96,16	8,13	Отличная
$\bar{x}$ за 2018–2019			3,30	0,01	0,03	0,00	3,34	96,66	8,34	Отличная
$\bar{x}$ за 2019–2020			4,10	0,54	0,13	0,00	4,76	95,24	7,63	Хорошая
НСР $_{05}$ – фактор А			0,43	0,20	0,25	0,00	0,61	–		
НСР $_{05}$ – фактор В			0,38	0,15	0,18	0,00	0,51			
НСР $_{05}$ – фактор С			0,37	0,14	0,17	0,00	0,49			
НСР $_{05}$ – фактор D			0,45	0,16	0,21	0,00	0,60			

Примечание: $\bar{x}$ – среднее значение, ТВ технология возделывания с шириной междурядий 75 и 90 см, ТХ – технология хранения (условия хранения).

Естественная убыль клубней сорта Скарб варьировала от 2,22 % (ТВ-75+ТХ-1) до 2,91 % (ТВ-75+ТХ-2). Количество ростков и абсолютной гнили достигало 0,06 % и 014 % соответственно. Общие потери за период длительного хранения варьировали от 2,24 % до 3,02 % в вариантах ТВ-90+ТХ-1 и ТВ-75+ТХ-2 соответственно. Увеличение ширины междурядий до 90 см вело к снижению естественной убыли клубней, количества ростков и общих потерь на 0,21 %, 0,03 и 0,23 % соответственно. В условиях ТХ-1 сохранность клубней была выше за счёт естественной убыли на 0,46 %, абсолютной гнили – 0,13 и общих потерь – 0,56 %. Установлено статистически достоверное влияние применения центробежных вентиляторов (ТХ-1) на снижение естественной убыли и общих потерь. Независимо от условий хранения, ТВ и года клубни имеют отличную лёжкость.

За период длительного хранения естественная убыль клубней сорта Рагнеда изменялась в пределах от 4,26 (ТВ-90+ТХ-1) до 5,19 % (ТВ-75+ТХ-2). Потери за счёт ростков и гнилей были в вариантах с использованием систем вентиляции 3–4 технологических укладов и достигали 0,89 % и 0,47 % соответственно. В условиях ТХ-1 ростки и гнили отсутствовали. Общие потери клубней сорта Рагнеда варьировали от 4,53 % (ТВ-90+ТХ-1) до 6,55 % (ТВ-75+ТХ-2). Увеличение ширины междурядий обеспечило снижение естественной убыли на 0,60 %, ростков – 0,10 %, гнилей – 0,09 % и общих потерь на 0,79 %, статистически достоверного влияния не выявлено. Хранение клубней в условиях ТХ-1 вело к уменьшению естественной убыли, ростков, гнилей и общих потерь на 0,06 %, 0,80, 0,39 и 1,24 % соответственно. Независимо от ТВ и условий хранения клубни имели хорошую лёжкоспособность в условиях активного вентилирования.

У клубней среднепозднего сорта Вектар естественная убыль варьировала от 3,13 % (ТВ-75+ТХ-1) до 4,29 % (ТВ-90+ТХ-2), потери за счёт ростков были в вариантах с использованием систем вентилирования 3–4-го технологического уклада и достигали 0,57 % (ТВ-75), количество гнилей изменялось в пределах 0-0,23 %, а за период длительного хранения общие потери клубней варьировали от 3,24 % (ТВ-75+ТХ-1) до 5,03 % (ТВ-90+ТХ-2). Увеличение ширины междурядий вело к снижению количества ростков и гнилей на 0,03 % и 0,01 % соответственно. Хранение клубней в условиях применения систем активного вентилирования пятого технологического уклада обеспечило статистически достоверное снижение естественной убыли, количества ростков и общих потерь на 0,57 %, 0,54 и 1,24 % соответственно. Количество клубней пораженных гнилями (абсолютной гнилью) снизилось на 0,13 %. Клубни сорта Вектар имели лёжкоспособность от хорошей до отличной в условиях активного вентилирования.

В среднем по опыту, независимо от ТВ, ТХ и условий года наименьшие потери были у среднеспелого сорта Скарб: естественная убыль – 2,46 %, потери за счёт ростков – 0,02 %, гнилей – 0,07 % и общих потерь 2,54 %, наибольшие у сорта Рагнеда – 4,70 %, 0,40, 0,19 и 5,29 % соответственно. Следует отметить, что больше всего абсолютной гнили было у клубней сорта Бриз – 0,27 %. Установлена статистическая достоверная разность между сортами по показателям лёжкоспособности семенного материала, за исключением сортов Бриз и Вектар (показатели близки между собой).

Увеличение ширины междурядий с 75 до 90 см независимо от сорта, условий хранения и года вело к снижению: естественной убыли на 0,01 %, потерь за счёт ростков – 0,05, гнилей – 0,04 и общих потерь на 0,10 %, но статистически достоверного влияния по опыту не установлено. Клубни имели хорошую лёжкоспособность с баллом оценки 7,99 (ТВ-75) и 8,07 (ТВ-90).

В среднем по сортам независимо от ТВ и условий года применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) обеспечило статистически достоверное снижение: естественной убыли на 0,38 %, ростков – 0,40 %, абсолютной гнили – 0,21 % и общих потерь на 0,99 %, и составили 3,42 %, 0,01, 0,06 и 3,49 % соответственно. Использование данного оборудования обеспечивало семенным клубням отличную лёжкоспособность, с выходом сохранившегося картофеля 96,52 % и баллом лёжкоспособности – 8,27. В контрольном варианте (ТХ-2) клубни имели хорошую лёжкость с баллом 7,92 и выходом сохранившегося посадочного материала – 95,52 %.

Лёжкоспособность клубней и показатели непосредственно зависели от условий года, которые были нестабильны и отличались по годам. В сезоны хранения 2017–2018 и 2018–2019 гг. клубни имели отличную лёжкоспособность с баллом оценки 8,13 и 8,34 соответственно. Результаты исследований были близки между собой и статистически достоверной разницы не установлено, за исключением количества абсолютной гнили клубней в 2017–2018 гг. В первую очередь это было связано с погодными условиями в период уборки (2017 г.), которые были дождливыми, что сказалось на степени развитии гнилей в период хранения. Статистическая разность была установлена в сезон хранения 2019–2020 гг., которая отличалась от других годов, клубни характеризовались хорошей лёжкоспособностью с баллом оценки – 7,63. Наименьшие количественные показатели потерь были в период хранения 2018–2019 гг.:

естественная убыль – 3,30 %, за счёт ростков – 0,01 %, гнилей – 0,03 % и общих потерь 3,34 %, а наибольшие в 2019–2020 гг. – 4,10 %, 0,54, 0,13 (в сезон 2017–2018 гг.) и 4,76 % соответственно.

Показатели лёжкоспособности в совокупности составляют общие потери. Для детального и точного определения факторов, влияющих на общие потери клубней семенного картофеля за период длительного хранения в условиях активного вентилирования был проведён дисперсионный анализ, который включал в себя факторы A (сорт), B (ТВ, ширины междурядий), C (ТХ, условия хранения) D (год) и их взаимодействия. Установлено, что общие потери клубней семенного картофеля за период длительного хранения непосредственно зависели от сортовой особенности (фактор A) с долей влияния 39,35 %. Существенное влияние оказывали факторы C, D и их взаимодействие с долей влияния 10,07 %, 14,29 и 17,87 % соответственно. Влияние ширины междурядий и взаимодействие других факторов было менее значимо (рис. 3).

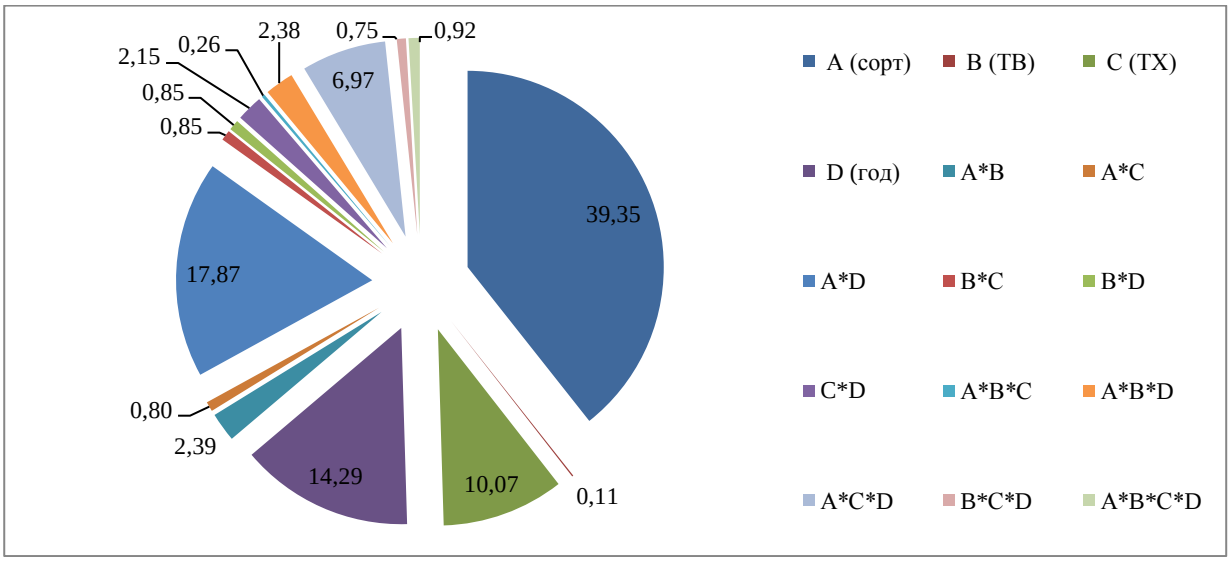


Рис. 3. Влияние изучаемых факторов (сорт, ширина междурядий, условия хранения, год, и их взаимодействие) на общие потери (сохранность) клубней семенного картофеля, 2017–2020 гг.

Заключение

1. Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада в технологии хранения семенного картофеля обеспечило статистически достоверное снижение естественной убыли на 0,38 %, количества ростков – 0,40 %, абсолютной гнили – 0,21 % и общих потерь на 0,99 %. Использование данного оборудования обеспечило клубням отличную лёжкоспособность с выходом сохранившихся клубней – 96,52 %.

2. Агротехнический приём как увеличение ширины междурядий с 75 до 90 см независимо от сорта, условий хранения и года привело к снижению естественной убыли на 0,01 %, потерь за счёт ростков – 0,05 %, гнилей – 0,04 % и общих потерь на 0,10 %.

3. Наименьшие потери были в период хранения 2018–2019 гг., наибольшие в сезон 2019–2020 гг. Прежде всего, это связано с метеорологическими условиями в период хранения, так как, система активного вентилирования использует запас естественного холода (наружного воздуха), а также от условий в период вегетации.

4. Минимальные потери клубней были установлены у среднеспелого сорта Скарб: естественная убыль – 2,46 %, потерь за счёт ростков – 0,02 %, гнилей – 0,07 % и общих потерь 2,54 %, а максимальные у среднепозднего сорта Рагнеда – 4,70 %, 0,40, 0,19 и 5,29 % соответственно. Следует отметить, что больше всего абсолютной гнили было у сорта Бриз – 0,27 %.

5. Клубни сорта Скарб имеют отличную лёжкоспособность в условиях активного вентилирования независимо от ширины междурядий и условий года, Рагнеда – хорошую, Бриз и Вектар от хорошей (в условиях ТХ-2) до отличной (ТХ-1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – [б. м.]: Картофелевод, 2007. – 191 с.

2. Антонов, М. В. Перевозка и хранение картофеля / М. В. Антонов. – М.: Экономика, 1965. – 207 с.

3. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев, Л. В. Метлицкий. – М.: Колос, 1982. – 221 с.

4. Картофель / под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1972. – 448 с.

5. Картофель: (возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 4-е изд., дораб. и доп. – М., 2007. – 457 с.

6. Фицуро, Д. Д. Оценка лёжкоспособности клубней сортов картофеля белорусской селекции / Д. Д. Фицуро, С. А. Турко, Л. И. Пищенко // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2012. – Т. 20. – С. 169–178.

7. Банадысев, С. А. Хранение семенного картофеля / С. А. Банадысев. – М.: КнигИздат, 2020. – 292 с.

8. Будкевич, А. А.: Период покоя клубней сортов картофеля белорусской селекции / А. А. Будкевич. – Пути интенсификации картофелеводства в БССР: сборник научных трудов – Минск, 1983.– С. 181–184.

9. Физиология картофеля / П. И. Альсмик [и др.]; ред. Б. А. Рубин. – М.: Колос, 1979. – 272 с.

10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 460 с.

11. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск, 2003. – 71 с.

12. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хозяйства; ред. кол. Н. С. Бацанов [и др.] – М.: 1967. – 265 с.

13. Технологическая и иммунологическая оценка пригодности партий картофеля к длительному хранению / В. А. Сердюков и [др.]; Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2020. – Т.28. – С. 124–134.

14. Влияние агротехнических условий выращивания (ширины междурядий 75 и 90 см) на продолжительность физиологического периода покоя клубней картофеля различных групп спелости / В. А. Сердюков и [др.]; Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2020. – Т.28. – С. 114–123.

УДК 633.521:631.874.2

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ПРИЕМОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

М. Е. МАСЛИНСКАЯ, Н. С. САВЕЛЬЕВ, Е. В. ЧЕРЕУХИНА

Республиканское научное дочернее предприятие «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 13.04.2022)

Исследования проведены на опытных полях РУП «Институт льна» в 2017–2019 годы. Выявлено положительное влияние изучаемых приемов на урожайность маслосемян: посев по озимой ржи в качестве сидеральной культуры обеспечил повышение данного показателя на 1,3 ц/га по сравнению с контрольным вариантом; применение препарата Полифункур, Ж способствовало повышению урожайности маслосемян на 1,9 ц/га по отношению к контролю (без сидерата) и на 0,6 ц/га по отношению к варианту с сидеральной культурой. Отмечена тенденция увеличения количества коробочек на растении с 6,3 шт. до 7,1 шт. и массы 1000 семян с 5,6 г до 6,1 г. Применение препарата Полифункур, Ж на фоне сидерата озимая рожь способствовало увеличению содержания масла в семенах на 1,0 % по отношению к контролю и на 1,7 % по отношению к сидерату в чистом виде. Наибольший сбор масла 8,1 ц/га (+1,5 ц/га к контролю) отмечен в варианте сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум Бор, Медь, Цинк комплекс, ВР – 2,0 л/га. В лабораторных условиях отмечены высокие посевные качества семян льна масличного в вариантах опыта с использованием новых агротехнических приемов. Эффективность новых приемов подтверждена в производственных условиях: отмечено повышение урожайности маслосемян на 2,0–2,5 ц/га по отношению к контролю, снижение себестоимости продукции на 81,65–87,50 рублей, повышение денежной выручки на 277,20–311,85 рублей с гектара посева. Выявлены наиболее перспективные варианты в технологии возделывания льна масличного: использование сидеральной культуры, а также посев сидеральной культуры с внесением биоудобрения «Полифункур», Ж в норме 3,0 л/га (обработка зеленой массы сидеральной культуры) с заделкой в почву.

Ключевые слова. *лен масличный, сидеральные культуры, биодеструкторы, урожайность маслосемян, масличность семян, сбор масла.*

The studies were carried out on the experimental fields of RUE «Institute of Flax» in 2017–2019. A positive effect of the studied methods on the yield of oilseeds was revealed: sowing after winter rye as a green manure crop provided an increase in this indicator by 0.13 t/ha compared to the control variant; the use of the drug Polifunkur, Zh contributed to an increase in the yield of oilseeds by 0.19 t/ha in relation to the control (without green manure) and by 0.06 t/ha in relation to the variant with green manure crop. There was a tendency to increase the number of bolls per plant from 6.3 pcs. up to 7.1 pcs. and the weight of 1000 seeds from 5.6 g to 6.1 g. The use of the drug Polifunkur, Zh against the background of winter rye green crop contributed to an increase in the oil content in the seeds by 1.0 % compared to the control and by 1.7 % relative to the green manure in its purest form. The highest oil yield of 0.81 t/ha (+0.15 t/ha to control) was noted in the variant 'green manure (winter rye) + Polifunkur (3.0 l / ha) + Ecogum Boron, Copper, Zinc complex, water solution (2.0 l / ha). Under laboratory conditions, high sowing qualities of oil flax seeds were noted in the experimental variants using new agrotechnical methods. The effectiveness of new methods was confirmed under production conditions: an increase in the yield of oilseeds by 0.20–0.25 tons per hectare was noted in relation to the control, a decrease in the cost of production by 81.65–87.50 rubles, an increase in cash proceeds by 277.20–311.85 rubles per hectare of crops. The most promising options in the technology of oil flax cultivation were identified: the use of green manure crops, as well as the sowing of green manure crops with the introduction of biofertilizer Polifunkur, Zh at a rate of 3.0 l / ha (treatment of green mass of green manure crops) with incorporation into the soil.

Key words*. oilseed flax, green manure crops, biodestructors, oilseed yield, seed oil content, oil collection.*

Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства на основе широкого применения пестицидов (гербицидов, инсектицидов и др.) привела, через сложную цепь взаимодействий, к негативным результатам и угрозе не только для сельского хозяйства, но и для всей природы и здоровья человека [1, с. 39]. В связи с этим, при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе и льна, особую актуальность приобретает разработка и освоение новых агротехнологий с применением экологически безопасных высокоэффективных защитно-стимулирующих комплексов и физиологически активных веществ [2, с. 22]. Использование этих принципов и механизмов позволяет получать экологически чистые продукты для медицинских, диетических, косметических и других целей [3, с. 3]. Одним из приемов экологизации технологии возделывания льна масличного может быть использование зелёного удобрения, сокращённо – сидерация. В качестве сидератов в Беларуси повсеместно используют редьку масличную, горчицу, рапс, озимую рожь и др. [4, с. 81]. Сидеральное удобрение оказывает многостороннее положительное влияние на свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур, в том числе и льна [5, с. 20]. В настоящее время в РУП «Институт микробиологии НАН Беларуси» разработаны биологические препараты, способствующие быстрому разложению корневых остатков и зеленой массы. Поэтому представляет интерес проведение исследований по использованию в качестве сидеральной культуры озимой ржи, вариантов с обработкой ее биопрепаратами (биодеструкторами), в состав которых входит специально подобранный комплекс селекционных штаммов микроорганизмов и ферментов

с ксилоназной и целлюлозной активностью, обеспечивающих быстрое разложение растительных остатков, а также применение стимуляторов роста растений.

Цель исследований – разработать новые приемы повышения урожайности семян льна масличного на основе применения сидеральной культуры и различных вариантов сочетания с экологически безопасными препаратами.

Основная часть

Объектами исследования служили растения льна масличного сорта Илим, рожь озимая в качестве сидеральной культуры, биодеструкторы, стимуляторы роста растений. Полевые опыты заложены на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области по общепринятой методике [6]. Повторность опыта четырехкратная. Площадь делянки 16 м^2, учетная – 12,5 м^2. Агротехника общепринятая для возделывания льна масличного в Республике Беларусь. Минеральные удобрения внесены в дозе $N_{40}P_{63}K_{96}$ кг/га д.в. Норма высева – 10 млн всхожих семян на гектар. Предшественник – зерновые. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Уход за посевами заключался в обработке против льняной блохи, сорняков и болезней. Схема полевого опыта представлена в табл. 1.

Определяли следующие параметры: количество коробочек на растении, урожайность маслосемян, массу 1000 семян, содержание и сбор масла с гектара посева. Статистическая обработка данных проведена с использованием компьютерной программы «Excel 2010».

Важным фактором формирования урожая является тепло, которое определяет процесс питания растений, их рост и продуктивность. Влагообеспеченность почв и растений определяется суммой выпавших атмосферных осадков в течение вегетационного периода возделывания сельскохозяйственных культур. Метеорологические условия в годы проведения исследований различались как по температурному режиму, так и по количеству осадков. Так, период посева в 2017 году характеризовался пониженным температурным фоном, который сохранился до третьей декады мая. Затем сложились благоприятные условия для роста и развития льна, близкие к среднемноголетним за исключением второй декады июля, за которую выпала тройная норма осадков. Метеорологические условия 2018 г. в Оршанском районе Витебской области характеризовались недостатком атмосферных осадков (32,0–95,7 % нормы) и температурным режимом выше средних многолетних значений. Метеорологические условия периода вегетации 2019 г. характеризовались избытком атмосферных осадков (127,7–174,3 % нормы) за исключением июня (отклонение от нормы – 51,3 %) и теплым периодом вегетации. Температура в апреле - августе превысила средние многолетние значения на 1,4 ^{0}С. Отклонение от нормы находилось в пределах от -1,9 до 4,3 ^{0}С.

Таблица 1. **Схема полевого опыта**

№ п/п	Вариант
1	Контроль (без сидерата)
2	Сидерат (озимая рожь)
3	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га
4	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Микросил Zn + B – 5.0 л/т *(при инкрустации семян)* – Фон
5	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум комплекс, цинк, медь – 1,0 л/га (*внесение при обработке против льняной блохи*)
6	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум АФ, ВР - 1,0 л/га (*внесение при химпрополке против двудольных сорняков)*
7	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум БИО – 2,0 л/га (*внесение при химпрополке против двудольных сорняков)*
8	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум БИО - 2,0 л/га *(внесение при химпрополке против злаковых сорняков)*
9	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экосил, ВЭ 50 г/л – 0,1 л/га *(внесение при 1 – кратной обработке против болезней)*
10	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экосил, ВЭ 50 г/л – 0,1 л/га *(внесение при 2 – кратной обработке против болезней)*
11	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + МикроСтим Zn+B – 2.0 л/га – *(внесение в фазу бутонизации)*
12	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум комплекс, цинк, медь – 1,0 л/га *(внесение в фазу бутонизации)*
13	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экосил, ВЭ 2,5 г/л – 1,0 л/га *(внесение в фазу «елочка»)*
14	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум ФК, ВР – 2,0 л/га *(внесение в фазу «елочка»)*
15	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум, Цинк комплекс, ВР – 2,0 л/га *(внесение в фазу «елочка»)*
16	Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум Бор, Медь, Цинк комплекс, ВР – 2,0 л/га *(внесение в фазу «елочка»)*

Определение полевой всхожести показало, что значения ее варьировали в зависимости от вариантов опыта в пределах 81,0–85,0 %. Выживаемость растений составила 78,0–82,0 %. Следует отметить, что

существенного влияния изучаемые факторы на полевую всхожесть и выживаемость растений не оказали по отношению к контролю (рис. 1).

Рис. 1. Полевая всхожесть и выживаемость растений в изучаемых вариантах

Выявлено положительное влияние изучаемых приемов на урожайность маслосемян. В зависимости от вариантов опыта прибавка к контролю составила 1,3–2,6 ц/га. Посев по озимой ржи в качестве сидеральной культуры обеспечил повышение урожайности на 1,3 ц/га по сравнению с контрольным вариантом, где она была минимальной – 15,7 ц/га. Применение препарата Полифункур способствовало повышению урожайности маслосемян на 1,9 ц/га по отношению к контролю (без сидерата) и на 0,6 ц/га по отношению к варианту с сидеральной культурой (табл. 2).

Таблица 2. **Влияние изучаемых приемов на урожайность маслосемян и элементы структуры урожая**

№ п/п	Урожайность маслосемян, ц/га	Количество коробочек на растении, шт.	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %	Сбор масла, ц/га
1	15,7	6,3	5,6	47,2	6,6
2	17,0	6,6	5,9	46,5	7,0
3	17,6	7,1	6,0	48,2	7,5
4	17,9	7,1	5,9	48,6	7,7
5	18,0	6,9	5,7	48,7	7,7
6	17,8	6,7	5,8	49,6	7,8
7	17,6	6,7	5,7	46,7	7,3
8	17,8	6,4	6,0	48,7	7,7
9	17,9	6,5	5,9	47,9	7,6
10	18,2	6,6	6,1	47,7	7,6
11	17,7	6,5	6,1	48,8	7,6
12	17,8	6,6	6,1	47,8	7,5
13	17,5	6,5	6,0	48,2	7,5
14	17,5	6,5	5,9	48,2	7,5
15	18,3	6,7	6,1	48,8	7,9
16	18,2	6,5	6,1	50,1	8,1
$НСР_{05}$	*0,15*	*0,06*	*0,04*	*0,24*	*0,09*

Отмечено повышение урожайности маслосемян при применении препарата Полифункур на фоне сидеральной культуры озимая рожь с использованием микроудобрений. Так, в варианте 15 (сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум, Цинк комплекс, ВР – 2,0 л/га) получена урожайность маслосемян 18,3 ц/га, прибавка по отношению к контролю составила 2,6 ц/га, а по отношению к сидерату в чистом виде – 1,3 ц/га.

Применение сидеральной культуры, а также обработка по вегетации стимуляторами роста и удобрениями способствовали увеличению количества коробочек на растении. Значение данного показателя варьировало от 6,3 шт. (вариант 1) до 7,1 шт. (варианты 3, 4). Отмечена тенденция увеличения массы 1000 семян с 5,6 г в контрольном варианте до 6,1 г. в вариантах 10, 11, 12, 15, 16.

Содержание масла в контрольном варианте составило 47,2 %, при применении озимой ржи в качестве сидеральной культуры – 46,5 %. Применение Полифункура на фоне сидерата озимая рожь (вариант 3) способствовало увеличению данного показателя на 1,0 % по отношению к контролю (вариант 1) и на 1,7 % по отношению к сидерату в чистом виде (вариант 2).

Наибольший сбор масла 8,1 ц/га отмечен в варианте 16 (сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум Бор, Медь, Цинк комплекс, ВР – 2,0 л/га), прибавка к контролю составила 1,5 ц/га.

В результате проведенных исследований установлено, что при применении озимой ржи в качестве сидеральной культуры не отмечено ее влияния на содержание гумуса в почве. Осенью до ее посева содержание гумуса в почве в контрольном варианте составило 2,43 %. После уборки льна масличного этот показатель 2,41 %. Установлено увеличение содержания фосфора и калия в почве при использовании озимой ржи в качестве сидерата на 2 и 3 мг/кг почвы соответственно (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние сидеральных культур на показатели плодородия почвы**

Вариант	Гумус, %	Содержание	
		фосфора, мг/кг почвы	калия, мг/кг почвы
Агрохимические показатели почвы опытного участка до посева сидератов			
Контроль	2,43	157	207
Агрохимические показатели почвы опытного участка после уборки льна масличного			
Контроль	2,42	158	208
Сидерат (озимая рожь)	2,41	159	210

Проведен анализ влияния новых технологических приемов на посевные качества семян льна масличного урожая 2018 г. в лабораторных условиях. Энергию прорастания семян определяли после 3 суток роста в темноте в термостатируемых условиях (24 ºС) в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге. Через 7 суток проращивания в тех же условиях определяли всхожесть семян. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Рис. 2. Влияние новых приемов на показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести

Установлено, что посевные качества семян льна масличного в вариантах опыта с использованием новых агротехнических приемов оказались высокими. Вместе с тем некоторые обработки снижали эти показатели по сравнению с контролем, где установлена 95 % энергия прорастания и всхожесть маслосемян.

Так, в варианте, где были использованы «сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экосил, ВЭ 50 г/л – 0,1 л/, болезни 2-кратная обработка», отмечено снижение энергии прорастания до 75,0 %, а всхожести семян – до 92,5 %. Наиболее высокими показателями качества семян отличался вариант «сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум БИО – 2,0 л/га, химпрополка – злаковые», в котором получены значения показателей энергии прорастания 85 % и всхожести семян 100 %.

Эффективность новых приемов на основе применения сидеральных культур и экологически безопасных препаратов подтверждена в производственных условиях. Производственный опыт заложен с нормой высева 10 млн всхожих семян на гектар.

Предшественник льна масличного – озимая пшеница. В результате проведенных исследований установлено, что изучаемые приемы способствовали повышению урожайности маслосемян. При посеве сидеральной культуры с заделкой в почву значение данного показателя составило 22,0 ц/га (+4,0 ц/га к контролю); при посеве сидеральной культуры с внесением биоудобрения «Полифункур»,

в норме 3,0 л/га (обработка зеленой массы сидеральной культуры) с заделкой в почву – 22,5 ц/га, (+ 4,5 ц/га к контролю).

Проведенные экономические расчеты показали, что при незначительном увеличении производственных затрат (на 22,70–58,38 рублей на гектар) отмечено снижение себестоимости продукции на 81,65–87,5 рублей с гектара посева, повышение денежной выручки на 277,20–311,85 рублей с гектара посева и рентабельности производства на 23,1–25,0 % (рис. 3).

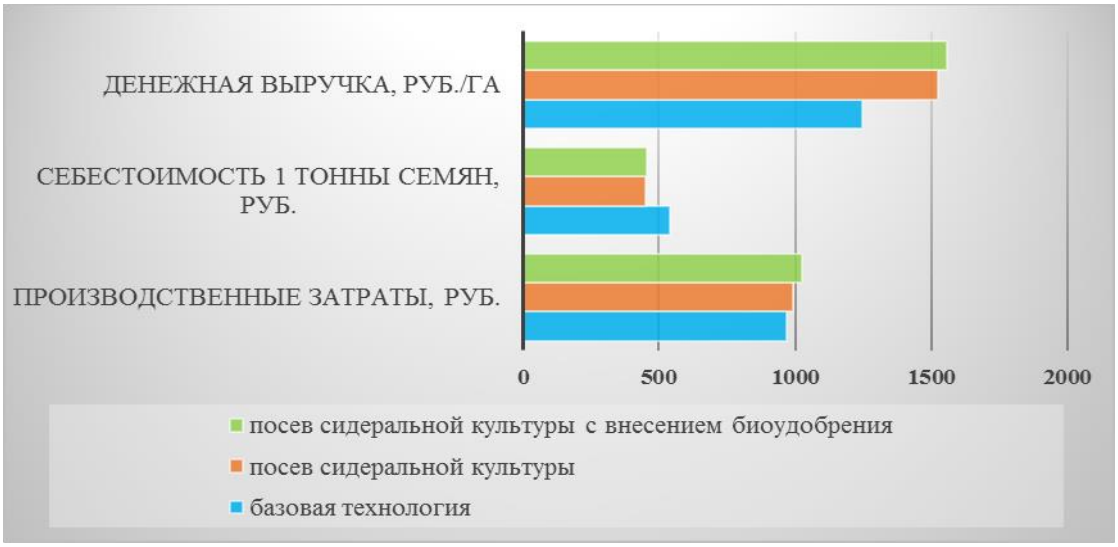


Рис. 3. Экономическая эффективность новых приемов

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования новых приемов при возделывании льна масличного. Наиболее перспективными являются использование сидеральной культуры в технологии возделывания, а также внесение биодеструктора с заделкой в почву.

Заключение

Установлена эффективность использования озимой ржи в качестве сидеральной культуры, биодеструктора, стимуляторов роста растений в технологии возделывания льна масличного. Изучаемые факторы не оказали существенного влияния на полевую всхожесть и выживаемость растений по отношению к контролю. Значения данных показателей находились в пределах 81,0 % – 85,0 % и 78,0 % – 84,0 % соответственно.

Отмечено повышение урожайности семян при применении озимой ржи в качестве сидеральной культуры на 1,3 ц/га, при применении препарата Полифункур на 1,9 ц/га, при применении Препарата Полифункур на фоне сидеральной культуры озимая рожь с использованием микроудобрений по отношению к контрольному варианту – на 2,6 ц/га. Применение новых приемов способствовало увеличению количество коробочек на растении до 7,1 шт., массы 1000 семян до 6,1 г.

Содержание масла в семенах варьировало в пределах от 46,2 (при применении озимой ржи в качестве сидеральной культуры) до 50,1 % (в варианте с применением препарата Полифункур на фоне сидеральной культуры озимая рожь с использованием микроудобрений). В этом же варианте отмечен максимальный сбор масла с гектара посева 8,1 ц/га (122,7 % к контролю).

В результате проведенных исследований установлено, что озимая рожь в качестве сидеральной культуры не оказала влияния на содержание гумуса в почве.

В лабораторных условиях проведена оценка эффективности влияния новых агроприемов на посевные качества маслосемян. Установлено, что посевные качества семян льна масличного в вариантах опыта с использованием новых агротехнических приемов оказались высокими. Наиболее высокими показателями качества семян отличался вариант 10 «Сидерат (озимая рожь) + Полифункур – 3,0 л/га + Экогум БИО – 2,0 л/га – (химпрополка злаковые)», в котором энергия прорастания составила 85,0 %, всхожесть семян 100,0 %.

Эффективность новых приемов на основе применения сидеральных культур и экологически безопасных препаратов подтверждена в производственных условиях. Отмечено повышение урожайности маслосемян на 2–2,5 ц/га по отношению к контролю, снижение себестоимости продукции на 81,65–87,50 рублей, повышение денежной выручки на 277,20–311,85 рублей с гектара посева.

Выявлены наиболее перспективные варианты в технологии возделывания льна масличного: использование сидеральной культуры, а также посев сидеральной культуры с внесением биоудобрения «Полифункур», Ж в норме 3,0 л/га (обработка зеленой массы сидеральной культуры) с заделкой в почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогозин, М. Ю. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве / М. Ю. Рогозин, Е. А. Бекетова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 25 (211). – С. 39-43. – URL: https://moluch.ru/archive/211/51593/ (дата обращения: 06.01.2022).

2. Калабашкина, Е. В. Влияние физиологически активных веществ на рост и развитие льна-долгунца / Е. В. Калабашкина, С. Л. Белопухов, И. И. Дмитревская // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №3. – С. 21–23.

3. Shuvar. A. Realization of genetic potential of fiber flax varieties under the influence of growth stimulators of organic origin. E3S Web of Conferences Volume 254 (2021) International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations” (FARBA 2021). Режим доступа: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125403004. Дата доступа: 06.01.2022 г. – Р. 1–10.

4. Наумов, А. Д. Сидеральные культуры – составляющий элемент экологически чистого ресурсосберегающего земледелия / А. Д. Наумов, А. Д. Никитин, В. П. Жданович // Вестник Брестского государственного технического университета. 2012. – №2. – С. 79–82.

5. Тихомирова, В. Я. Сидерация почвы и повышение продуктивности звена льняного севооборота / В. Я. Тихомирова, А. П. Митюхин // Достижения науки и техники АПК. – 1998. – № 5. – С. 20–25.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

УДК 634.752:631.526.32 (476-18)

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ РЕМОНТАНТНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М. В. САНДАЛОВА, Р. М. ПУГАЧЁВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: plodfac@gmail.com

(Поступила в редакцию 14.04.2022)

В статье представлены результаты фенологических наблюдений за коллекцией из 26 ремонтантных сортов земляники садовой различного географического происхождения. Прохождение фенологических фаз у земляники садовой находится в тесной взаимосвязи между фотопериодической реакцией и температурой. Отношение растений к продолжительности светового дня и температурным условиям контролируется генетически.

В ходе исследований, проведенных в 2015–2017 годах в учебно-опытном саду кафедры плодоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», было установлено, что на сроки наступления фенологических фаз значительное влияние оказывает зимостойкость сортов земляники садовой и климатические условия вегетационного периода. Первое цветение для большинства сортов в 2015 и 2016 годах начиналось в первую-вторую декаду мая, а в 2017 году сместилось на вторую–третью декаду мая. Межфазный период от начала первого цветения до плодоношения в среднем в годы исследования составлял 33–36 дней. Начало плодоношения в первые два года исследований приходилось на первую – вторую декаду июня, а в третий год на вторую–третью декаду месяца. Второе цветение для изучаемых сортов в годы исследований начиналось с третьей декады июня – второй декады июля. Минимальное значение суммы эффективных температур к началу второго цветения составляло 908,4 °С. Второе плодоношение в 2015 и 2016 годах у большинства сортов началось в третьей декаде июля, а в 2017 году из-за пониженных температур воздуха сместилось на первую – вторую декаду августа. На основании результатов, полученных в годы исследований, и проведенной статистической обработки, не удалось разделить ремонтантные сорта по срокам наступления первого цветения и плодоношения на ранние, средние и поздние. Второе цветение и плодоношение наступает у ремонтантных сортов позже по сравнению с поздними сортами короткого дня. Диапазон суммы эффективных температур в фазу второго цветения в годы исследований находился в пределах от 908 до 1331,8 °С.

В условиях северо-востока Республики Беларусь ремонтантные сорта вне зависимости от фотопериодической реакции вели себя как длиннодневные, имели четко выраженную цикличность в периодах цветения и плодоношения.

Ключевые слова: *земляника садовая, цветение, плодоношение, фенология, ремонтантность, кластерный анализ.*

The article presents results of phenological observations of a collection of 26 remontant garden strawberry varieties of various geographical origins. The passage of phenological phases in strawberries is in close relationship between the photoperiodic reaction and temperature. The relation of plants to the duration of daylight hours and temperature conditions is controlled genetically. In the course of studies conducted in 2015–2017 in the educational and experimental garden of the Department of Horticulture of the Belarusian State Agricultural Academy, it was found that the timing of the onset of phenological phases is significantly affected by the winter hardiness of garden strawberry varieties and the climatic conditions of the growing season. The first flowering for most varieties in 2015 and 2016 began in the first or second ten-day period of May, and in 2017 it shifted to the second or third ten-day period of May. The interphase period from the beginning of the first flowering to fruiting was, on average, 33–36 days in the years of the study. The beginning of fruiting in the first two years of research fell on the first or second ten-day period of June, and in the third year on the second or third ten-day period of the month. The second flowering for the studied varieties during the years of research began from the third ten-day period of June - the second ten-day period of July. The minimum value of the sum of effective temperatures by the beginning of the second flowering was 908.4 °C. The second fruiting in 2015 and 2016 for most varieties began in the third ten-day period of July, and in 2017, due to low air temperatures, it shifted to the first or second ten-day period of August. Based on the results obtained during the years of research, and the statistical processing carried out, it was not possible to divide remontant varieties according to the timing of the onset of the first flowering and fruiting into early, middle and late. The second flowering and fruiting occurs later in remontant varieties compared to late varieties of a short day. The range of the sum of effective temperatures in the second flowering phase during the years of research was in the range from 908 to 1331.8 °C.

In the conditions of the north-east of the Republic of Belarus, remontant varieties, regardless of the photoperiodic reaction, behaved like long-day ones, had a clearly pronounced cyclicity in the periods of flowering and fruiting.

Key words*: garden strawberry, flowering, fruiting, phenology, remontance, cluster analysis.*

Введение

Взаимодействие температуры и фотопериода играют важную роль в цветении земляники [1, 2]. Ремонтантные сорта по отношению к продолжительности светового периода могут относятся к растениям длинного или нейтрального дня. В исследованиях E . F. Dumer [1] и Mookerjee S. [3] замечено, что один и тот же сорт земляники садовой в разных природно-климатических условиях может по-разному себя проявлять.

Фенoритмика сортов земляники садовой является генетически обусловленной [4, 5], при этом она находится в тесной зависимости от температурного режима весеннего и летнего периодов вегетации, от географического положения места возделывания культуры, от проведения различных агромероприятий, качества посадочного материала и сроков закладки товарных насаждений [6].

Благоприятные условия светового периода для закладки цветочных почек у сортов длинного дня в Республике Беларусь складываются со II декады апреля, когда день увеличивается до 14 часов и продолжается до III декады августа. Однако в совокупности с температурными показателями можно предположить, что закладка почек для весеннего цветения и плодоношения происходит в конце лета, когда заканчивается второе плодоношение ремонтантных сортов, а в конце апреля–начале мая происходит индукция почек для повторного цветения.

У земляники садовой, границами периода вегетации принято условно считать даты схода и появления снежного покрова. Земляника возобновляет рост после таяния снега при установлении положительной среднесуточной температуры +5–8 °С [7, 8]. Значительное влияние на наступление фенологических фаз оказывает сумма эффективных температур [6]. По результатам исследований Н. В. Клакоцкой [7], проведенных на сортах с разным сроком созревания, начало цветения земляники садовой в условиях Минского района наступало при сумме эффективных температур 177±37 °С у ранних сортов, 218±36 °С у средних и 266±32 °С у сортов позднего срока спелости. Это согласуется с более ранними исследованиями А. В. Пантеева [9], где начало цветения у ранних сортов отмечалось, когда сумма активных температур составляла 174,1–202,3 °С, у средних – 206,4–247,6 °С и у сортов позднего срока спелости– 244,6–259,9 °С.

Для ремонтантных сортов важным является начало второго плодоношения. Чем раньше оно начинается, тем больше плодов успевает вызреть и, соответственно, тем выше урожайность. Окончание второго плодоношения целиком зависит от температурных условий, складывающихся в сентябре и октябре [10]. При понижении температуры в сентябре, плоды не успевают созревать, долго остаются зелеными, а с наступлением заморозков погибают цветы и плоды.

Основная часть

Объектами исследования служили 26 ремонтантных сортов земляники садовой различного географического происхождения: Великобритания, Франция, Италия, Россия, Нидерланды, Япония. Исследования проводились в учебно-опытном саду кафедры плодоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2015–2017 гг.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая лессовидным суглинком. Глубина пахотного горизонта 22–24 см, содержание гумуса – 2,0 %, pH почвы – 5,7, P_2O_5 – 269 мг/кг почвы, K_2O – 226 мг/кг почвы.

Погодные условия вегетационного периода были достаточно контрастными. Температурный режим вегетационного периода 2015 года находился в пределах средних многолетних значений. Режим осадков вегетационного периода 2015 года характеризовался общим недостатком влаги на фоне дефицита её в зимний период. Количество осадков составило в мае 47,8 % от среднего многолетнего значения, июне – 20,5 %, августе лишь 7,4 %.

Период вегетации в 2016 году характеризовался повышенными температурами. Превышения среднемесячных температур на 2,0–3,8 °С наблюдались в марте, апреле и мае, и на 1,5–1,6 °С в июне, июле и августе. Количество осадков оказалась больше на 26,3 мм в апреле, на 52,6 мм в мае и на 31,2 мм в июле по сравнению со средними многолетними значениями, а в августе осадков выпало в 2 раза меньше. В этот период исследований погодные условия были благоприятными для развития пятнистостей листьев.

С мая по июль 2017 года среднемесячная температура была на 1,1, 0,7 и 0,8 °С ниже средней многолетней соответственно. Превышения среднемесячных температур отмечались на 1,9 °С в августе, на 4,1 °С в сентябре. Дефицит осадков отмечался в мае, июне и сентябре. Обильные осадки в III декаде апреля, III декаде июля и III декаде августа превысили средние многолетние показатели на 23, 64 и 82 мм соответственно.

Фенологические наблюдения проводили согласно общепринятой методики [15].

В связи с тем, что все сорта участвующие в исследовании зарубежной селекции из стран с более мягким климатом большое значение имела зимостойкость сортов. Особенно ярко это выражалось при вступлении в фазу первого цветения. Помимо смещения сроков цветения изменялась и продолжительность цветения в сторону уменьшения [13].

В 2015 году наиболее раннее цветение (30 апреля) было отмечено у сорта Princess Diana, позднее – у сорта Eves Delight (21 мая). Большинство сортов зацвели в первой – второй декаде мая. Средняя продолжительность первого цветения составила 31 день. Самый короткий период цветения отмечен у сортов Eves Delight и Monterey – 21 день, а максимальный у сорта Princess Diana – 49 дней. Разница между сортами в сроках начала цветения составляла 9 дней. Сумма эффективных температур на момент начала цветения у сортов варьировала от 151,1 до 369,8 °С.

Сроки начала второго цветения в 2015 году у изучаемых сортов земляники были растянуты в пределах третьей декады июня – второй декады июля. Второе цветение у большинства сортов по продолжительности было короче первого, от 2 дней у сорта Ostara до 18 дней у сортов San Andreas и Vima Rina. На 4 дня продолжительнее цветение было у сорта Mount Everest, на 8 дней у сортов Елизавета II и Portola. Самое продолжительное цветение было у сорта Flamenco – 56 дней, что на 22 дня дольше первого цветения. Средняя продолжительность цветения по всем сортам составила 25 дней.

Минимальное значение суммы эффективных температур к началу второго цветения составляло 908,4 °С у сортов, начало цветения которых пришлось на 22 июня (Anais, Portola, Mount Everest, Елизавета II), максимальное значение – 1300,7 °С у сортов Geneva, Eves Delight. Данный период был засушливым и характеризовался невысокой среднесуточной температурой до 16,9 °С. Межфазный период от начала созревания ягод в первой волне плодоношения до начала второго цветения в первый год исследований составил 37–54 дня.

У ряда сортов (Diamante, Maestro, Elsinore, Irma, Princess Diana, Sweet Eve, Geneve, Brighton, Albion, Vima Rina) наблюдалась третья волна цветения, однако цветение отмечалось не на всех растениях одного сорта и было сдержанным.

В 2016 году в весенний период отмечалась повышенная температура воздуха по сравнению со среднемноголетними значениями. За апрель сумма эффективных температур составила 218,5 °С. Первое цветение у сортов началось в период с 6 по 13 мая. В среднем первое цветение длилось 33 дня, что на 2 дня дольше по сравнению с 2015 годом исследований. Наиболее продолжительное цветение отмечено у сортов Любава и Ремонтантная розовая – 41 день. Самым коротким периодом цветения характеризовался сорт Geneve – 27 дней. Сумма эффективных температур у сортов на момент начала данной фазы находилась в диапазоне от 283,5 до 390,9 °С. В первый и второй год исследований календарные сроки наступления фазы первого цветения отличались незначительно и приходились на первую – вторую декаду мая. Однако в 2016 году для сортов Portola, Irma, Princess Diana, Nagaoko, San Andreas, Albion, Diamante и Anabelle сумма эффективных температур к началу цветения практически в 2 раза превышала показатели первого года наблюдений (65,4–151,1 °С – в 2015 году и 239,8–304,8 °С – в 2016 году). Вероятнее всего, на цветение оказало влияние значительное количество осадков, выпавшее в апреле и мае. Избыточное увлажнение нарушало процесс дыхания корней, что могло замедлить скорость вступления растений в фазу цветения.

Второе цветение у большинства сортов началось в третьей декаде июня, а у сортов Elsinore и San Andreas – 4 июля. Второе цветение, как и в предыдущий год, в среднем, оказалось короче первого и продолжалось 29 дней. Так, у сорта Queen Elizabeth продолжительность цветения была наибольшей – 39 дней, а у сорта Осенняя радость лишь 15 дней, так как сорт был сильно поражен бурой пятнистостью и, как следствие, цветоносы у растений этого сорта увяли. У сортов Московский деликатес, Queen Elizabeth, Anabelle, Maestro, Portola, Monterey, Geneve и Vima Rina второе цветение было на 1–5 дней продолжительнее первого.

В 2016 году сумма эффективных температур до начала второго цветения сортов составляла 931,7–1145,9 °С. Июнь 2016 года был теплее, в сравнении с предыдущим годом, среднесуточная температура составила 17,9 °С. Временной период между началом первого плодоношения и началом второго цветения сортов составлял 32–48 дней. Календарные сроки наступления фазы второго цветения не значительно отличались по сравнению с 2015 годом исследований и приходилась на третью декаду июня – первую декаду июля. На третью декаду июня в 2016 году приходились самые высокие температуры воздуха до 32 °С, что могло вызвать ингибирование развития генеративных органов. В исследованиях E. F Durner с соавторами [11] и E. Bradford с соавторами [14] температура воздуха выше 26 °С снижала образование генеративных органов, соответственно высокая температура воздуха могла замедлить процесс цветения и дальнейшего образования плодов.

В 2017 году вегетация опытных растений началась 2 апреля и за первую декаду месяца сумма эффективных температур составляла 68,7 °С. Однако во второй декаде месяца наблюдалось похолодание и среднесуточные температуры находились в пределах 2–3 °С. Не исключено, что фаза начало цветения определяется не только суммой эффективных температур, но и количеством дней с низкой положительной температурой, при которой развитие растений не останавливается, а происходит очень медленно [7]. В результате температурных колебаний цветение началось на 10–20 дней позже в сравнении с первыми двумя годами исследования и пришлось на вторую – третью декаду мая. Средняя продолжительность первого цветения составила 28 дней – короче по сравнению с предыдущими годами исследований. Максимальная продолжительность этой фазы была отмечена у сорта Ремонтантная розовая и составила 35 дней, самым коротким этот период был у сортов Monterey и Осенняя забава – 23 дня.

В 2017 году для начала цветения изучаемых сортов требовалась сумма эффективных температур от 195,5 до 403 °С.

В целом 2017 год характеризовался пониженными температурами воздуха по сравнению с предыдущими годами исследований. Среднемесячная температура июня составляла 15,2 °С, такая же температура наблюдалась и в первую декаду июля. Срок начала второго цветения, по сравнению с 2015 и 2016 годами, сместился на первую – вторую декаду июля. Второе цветение началось со второй декады июля, что значительно позже по сравнению с предыдущими годами исследований. Также оно было короче по срокам по сравнению с первым цветением и составило 26 дней. Более 30 дней была продолжительность цветения у сортов Ostara и Ремонтантная розовая, самый короткий период цветения 21 день был отмечен у сортов Осенняя забава, Queen Elizabeth и Brighton. Сумма эффективных температур к моменту наступления второго цветения сортов составляла от 1227 до 1331,6 °С.

Для выявления схожих групп сортов по признаку начала цветения они были объединены в кластеры, где в качестве правила объединения был выбран метод полной связи, а меры близости между сортами – Евклидово расстояние. Исходя из визуального представления результатов сорта были разделены на три кластера. Дальнейшая кластеризация велась на основе метода К-средних.

В первый кластер вошли сорта Anais, Любава, Monterey, Geneve, Brighton, San Andreas, Irma, Осенняя забава, во второй кластер – сорта Elsinore, Anabelle, Nagaoko, Ремонтантная розовая, Московский деликатес, Princess Diana, Ostara, Vima Rina, Queen Elizabeth и Albion. К третьему кластеру были отнесены сорта Portola, Diamante, Maestro, Елизавета II, Mount Everest.

Сравнивая значения средних значений и доверительных интервалов кластеров, можно отметить, что между ними нет достоверной разницы в сроках наступления фазы первого цветения (рис. 1).

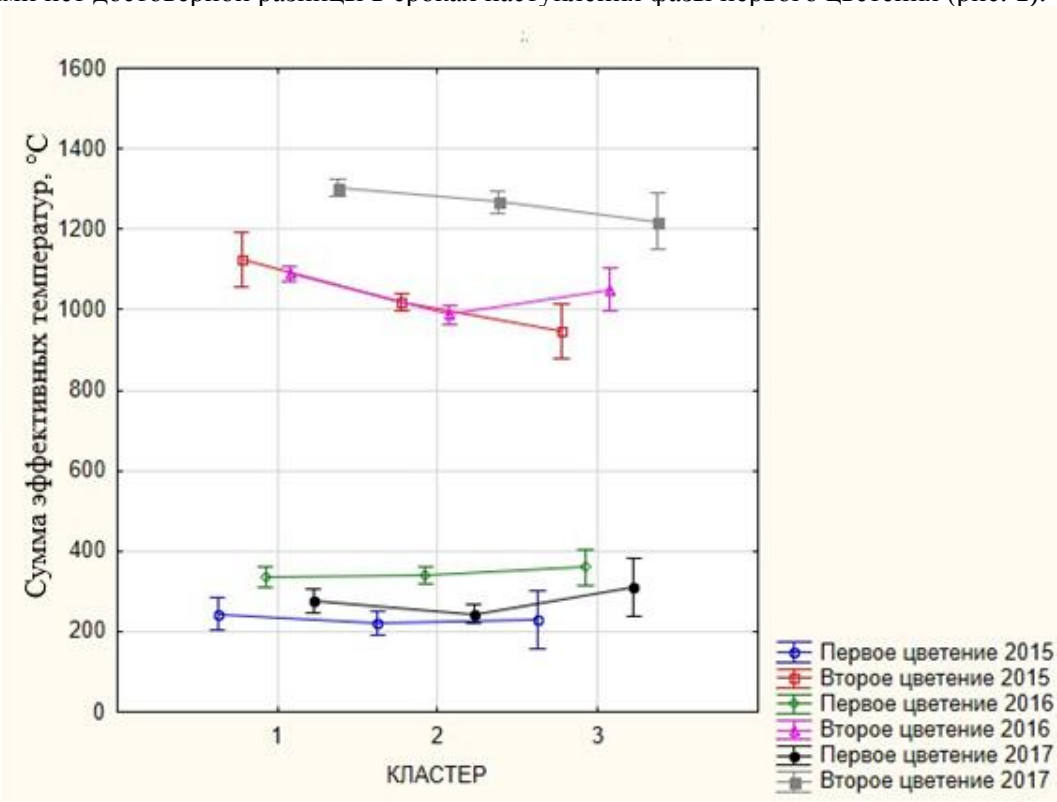


Рис. 1. Средние значения и доверительные интервалы (P=95 %) кластеров по периодам цветения сортов земляники садовой

Относительно второго цветения можно сказать, что не отмечено статистических отличий между средними значениями кластеров в 2015 и 2016 году, однако в третий год исследований (2017 г.) во всех кластерах сумма эффективных температур была на 200–353 °С больше. Вероятно, это связано с пониженными температурами воздуха в июне и июле из-за чего процессы развития проходили медленнее в сравнении с аналогичным периодом в первые два года исследований. Соответственно, ремонтантные сорта, включенные в данное исследование, нельзя точно разделить по срокам цветения на ранние, средние и поздние.

Скороспелость сортов земляники садовой определяется периодом от начала цветения до созревания ягод. Она обусловлена сортовыми особенностями.

В наших исследованиях продолжительность периода от начала цветения до начала созревания ягод варьировала по годам и периодам плодоношения. Средняя продолжительность этого межфазного периода в 2015–2017 годах при первом плодоношении составляла 33–36 дней, а во втором 23–29 дней.

Первое плодоношение в 2015 году началось в первую – вторую декаду июня. Значение суммы эффективных температур в первый год исследований к началу фазы первого плодоношения у сортов составляло 663–743,7 °С. Межфазный период от начала цветения до начала созревания у сортов в 2015 году составил 23–42 дня. В 2015 году наиболее скороспелым при первом плодоношении, был сорт Eves Delight – 23 дня. Менее 30 дней понадобилось на формирование и созревание ягод для сортов Московский деликатес, Осенняя забава, Maestro, Elsinore, Monterey и Brighton. Дольше других (42 дня) этот процесс длился у сортов Diamante и Princess Diana.

Второе плодоношение в 2015 году у большинства сортов началось в третьей декаде июля. Раньше других оно было отмечено у сортов Московский деликатес и Maestro – 16 июля, а самым поздним оказался сорт Eves Delight – созревание ягод началось 6 августа. Сумма эффективных температур до начала второго плодоношения составляла от 1317 до 1690,1 °С в зависимости от сорта. Июль 2015 года по температуре воздуха и количеству выпавших осадков был сопоставим со средними многолетними значениями. Вторая волна от цветения до плодоношения заняла значительно более короткий промежуток времени: у сортов Geneve и Sweet Eve – менее 15 дней; сортов Московский деликатес и Maestro – 17 дней; сортов Irma, Elsinore, Любава – 18 дней. Более 30 дней для созревания ягод требовалось сортам Mount Everest, Flamenco и Portola.

Скороспелость сортов в 2017 году в первом плодоношении составляла от 28 дней у сортов Vima Rina, Diamante и Осенняя забава, до 47 – у сорта Любава. Во втором плодоношении этот показатель варьировал от 21 дня у сортов Любава и Елизавета II до 35дней у сорта Diamante.

Продолжительность первого плодоношения в 2017 году составила от 6 дней у сорта Любава до 25 дней у сорта Geneve. Менее 10 дней плодоношение длилось у сортов Anabelle и Anais. У большинства сортов период плодоношения не превышал 15 дней. У сорта Portola созревание ягод продолжалось на протяжении 17 дней.

В 2017 году второе плодоношение сортов приходилось на первую–вторую декаду августа, что на 7–14 дней позже в сравнении с предыдущим годом исследований. Сумма эффективных температур на момент наступления данной фазы составляла от 1458,9 до 1652,4 °С, что незначительно отличается от показателей в 2015 году. 2017 год характеризовался более низкими среднесуточными температурами по сравнению со средними многолетними данными. Так, среднемесячная температура июля была ниже на 0,9 °С по сравнению с первым годом исследования и на 2,2 °С – со вторым. Невысокие температуры воздуха, препятствовали быстрому созреванию ягод земляники. Продолжительность второго плодоношения составляла от 11 дней у сорта Anabelle до 37 дней у сортов Irma и San Andreas. У большинства сортов длительность данной фазы не превышала 30 дней [13].

По результатам кластерного анализа сорта разделись на три кластера по срокам вступления в первое и второе плодоношение. Сортовой состав кластеров по периодам плодоношения отличался от состава кластеров по периодам цветения. Здесь в первый кластер вошли сорта Diamante, Maestro, Elsinore, Anabelle, Anais, Nagaoko, Ремонтантная розовая, Monterey, Irma. Queen Elizabeth, Princess Diana. Ко второму кластеру были отнесены сорта Portola, Geneve, Brighton, San Andreas, Осенняя забава, Vima Rina. В третий кластер вошли сорта Любава, Елизавета II, Mount Everest, Ostara, Albion.

В первом плодоношении существенной разницы между кластерами выявлено не было, так как доверительные интервалы по сумме активных температур внутри третьего кластера были значительно шире, чем в первом и втором кластере и охватывали диапазон их температур.

В 2015 году по результатам оценки средних и их доверительных интервалов в период второго плодоношения отличия были выявлены только у сортов второго кластера. Сорта Portola, Geneve, Brighton, San Andreas, Осенняя забава, Vima Rina, вошедшие во второй кластер, имели достоверные отличия от сортов первого и третьего кластеров (рис. 2).

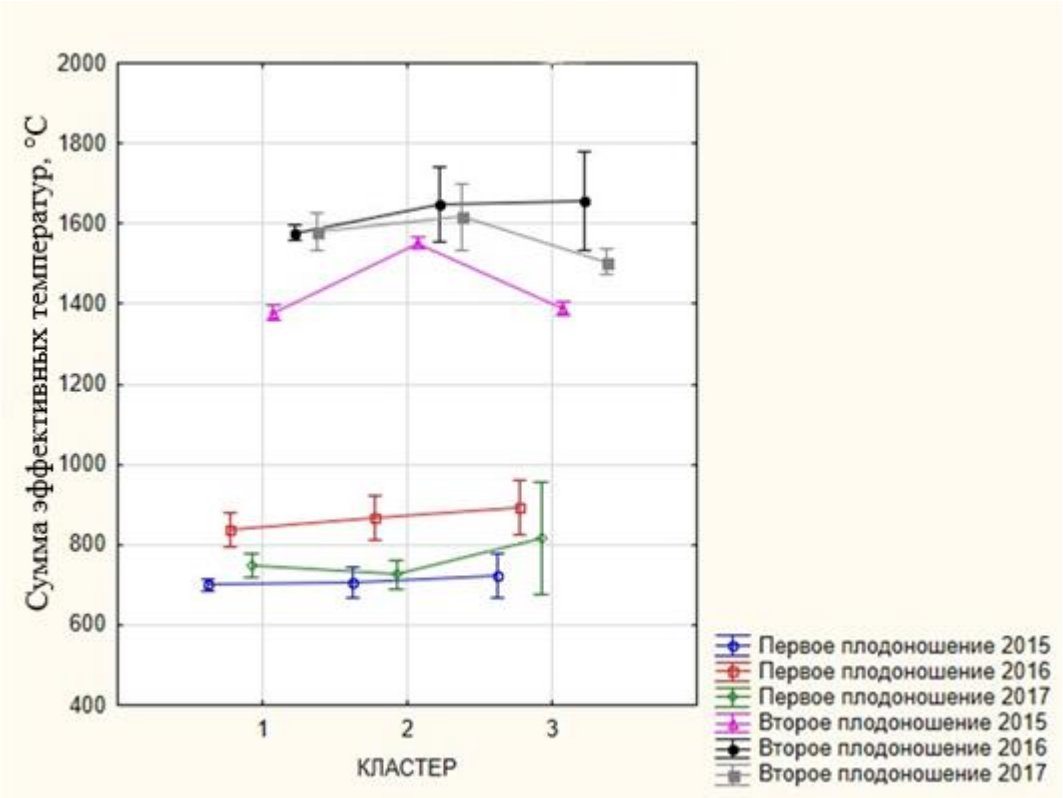


Рис. 2. Средние значения и доверительные интервалы (P=95 %) кластеров по периодам плодоношения сортов земляники садовой

Второе плодоношение у сортов второго кластера начиналось при сумме эффективных температур 1545,8–1579,8 °С, в то время как у сортов первого и третьего кластеров этот показатель был значительно ниже и составлял 1382,3–1415,0 °С.

В 2016 и 2017 году не выявлено достоверных отличий между кластерами, что связано с существенной дисперсией доверительных интервалов среди сортов, вошедших во второй и третий кластеры.

Заключение

В исследованиях, проведенных на сортах короткого дня А. В. Пантеевым [9] и Н. В. Клакоцкой [7], на основании средних многолетних значений были выделены интервалы сумм активных температур, при которых наступает фаза цветения у ранних, средних и поздних сортов плодоносящих один раз за сезон В наших исследованиях в первой волне цветения не было возможности статистически достоверно разделить сорта по этому показателю. В зависимости от погодных условий того или иного года исследований один и тот же сорт по сумме накопленных эффективных температур до определенной фазы мог быть отнесен как ранним, так и к поздним сортам. Исследования показали, что сумма эффективных температур при прохождении одних и тех же фенологических фаз у сортов может в значительной степени колебаться. Большинство сортов по первому периоду цветения и плодоношения можно сравнить с ранними и средними сортами короткого дня.

На развитие растений оказывала их зимостойкость, так как слабоморозостойкие сорта позже начинали цвести и плодоносить.

С точки зрения организации товарного конвейера, больший интерес представляет именно повторное плодоношение. Диапазон суммы эффективных температур в фазу второго цветения в годы исследований варьировал в пределах от 908 до 1331,8 °С. При этом для большинства сортов разница в сроках наступления фазы второго цветения не превышала 10 дней, этот показатель мог изменяться в меньшую или большую сторону в зависимости условий года и состояния растений. В связи с этим деление ремонтантных сортов земляники садовой, изученного сортимента, на ранние, средние и поздние не совсем корректно.

В годы исследований среднемесячная температура воздуха в период с мая по август находилась в пределах 15–20 °С, а сорта вне зависимости от заявленной оригинаторами фотопериодической реакции имели ярко выраженную цикличность в периодах цветения и плодоношения. Поэтому в наших исследованиях подтверждается гипотеза E. F. Durner [11], S. Mookerjee [3] и С. А. Хаповой [12] о том, что в условиях пониженных температур формирование цветоносов происходит независимо от отношения

сортов к фотопериоду и нейтральнодневные сорта ведут себя схожим образом с длиннодневными. В условиях северо-востока Республики Беларусь ремонтантные сорта вне зависимости от фотопериодической реакции ведут себя как длиннодневные и формируют четко различимые два периода цветения и плодоношения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Darrow, G. M. Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners in the strawberry // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1936. – Т. 34. – С. 360–363.

2. Волкова, Т. И. Ремонтантная земляника: биологические особенности, агротехника, сорта / Т. И. Волкова. – М.: Наука, 2000. – 143 с.

3. Mookerjee, S. Genetics of Remontancy in Octoploid Strawberry (Fragaria X Ananassa): a dissertation …doctor of Philosophy: Plant Breeding, Genetics, and Biotechnology – Horticulture. – Michigan State University, 2012. – 203 p.

4. Зубкова, М. И. Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области / М. И. Зубкова, С. Д. Князев, И. Е. Евтихова. – Овощи России. – 2021. – №. 1. – С. 63–68.

5. Manakasem, Y. Response of day neutral and junebearing strawberries to temperature and day length / Y. Manakasem, P. B. Goodwin // J. Hort. Sci. & Biotech. – 2001. – Т. 76 (5). – P. 629–635.

6. Дахно, Т. Г. Фенологические особенности земляники крупноплодной в условиях Камчатского края / Т. Г. Дахно, Н. И. Ряховская, О. А. Дахно / Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – №. 3 (43) – С. 23–29.

7. Клакоцкая, Н. В. Хозяйственно-биологическая характеристика нового коллекционного материала земляники садовой в Беларуси автореф. дис. … канд с.-х. наук: 06.01.05 / Н. В Клакоцкая. – пос. Самохваловичи, 2009. – 21 с.

8. Авдеева, З. А. Фенологические особенности сортов земляники садовой в условиях степной зоны Оренбуржья / З. А. Авдеева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 2 – С 58–61.

9. Пантеев, А. В. Биологические особенности земляники садовой и отбор исходного материала для селекции сортов интенсивного типа в условиях Белоруссии автореф. дис… канд с.-х. наук: 06.01.05 / А. В. Пантеев. – пос. Самохваловичи, 1990 – 18 с.

10. Волкова, Т. И. Ремонтантная земляника: Биологические особенности, агротехника сорта / Т. И. Волкова. – М.: Наука, 2000. – 141 с.

11. Dumer E. F. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing and everbearing strawberries / E. F. Durner [et al.] // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1984. – Т. 109. – P. 396–400.

12. Хапова, С. А. Особенности нейтральнодневных и обычных сортов земляники садовой / С. А. Хапова, Н. М. Майдебура // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / всерос. Селекц. - технол. Ин-т садоводства и питомниководства; ред. И. М. Куликов [и др.]. – М., 2009. – Т. 22, ч. 2. – С. 346–352.

13. Сандалова, М. В. Особенности фенологии нейтральнодневных сортов земляники садовой на северо-востоке Беларуси / М. В. Сандалова, Р. М. Пугачёв // материалы Международной науч. конф. (аг. Самохваловичи, 21–23 авг 2018 г.) / Ин-т плодоводства; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2018. – С. 139–145.

14. Bradford, E. Interactions of Temperature and Photoperiod Determine Expres-sion of Repeat Flowering in Strawberry / E. Bradford, J. F. Hancock, R. M. Warner // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 2010. – № 135(2). – P. 102–107.

15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

УДК 632.954:631.559:636.086.15

ВЛИЯНИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

А. В. ПАПСУЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

Преимущества совместного применения пестицидов заключаются в том, что повышается биологическая эффективность препаратов за счет снижения резистентности вредных организмов, идет препятствование формированию устойчивости популяций в агрофитоценозах, расширяется спектр действия рабочих составов пестицидов и ретардантов, снижается кратность обработок и норма расхода препарата, происходит удешевление продукции и повышается урожайность возделываемых культур. Именно этим обусловлена необходимость изучения влияния баковых смесей гербицидов на сорную растительность и урожайность защищаемой культуры. Проведено изучение влияния гербицидов сулкотрек, СК +диален супер с различными нормами расхода на засоренность и урожайность кукурузы на зерно.

Установлено, что максимальной биологическая эффективность при применении баковой смеси гербицидов сулкотрек, СК+ диален, ВР отмечена в варианте при норме расхода 2,0+1,2 л/га. Гибель сорных растений в этом варианте достигает 98,3–100 %. Максимальная прибавка урожайности при применении для химпрополки кукурузы на зерно была в варианте сулкотрек, СК и диален супер, ВР, 2,0 + 1,2 л/га, которая составила 87,1 ц/га. Число зерен в початке в этом варианте составило 592 шт., а масса 1000 зерен – 252,3 г. Максимальной была в данном варианте масса растения с початком – 705,3 г и масса початка в обертке – 345,7 г.

***Ключевые слова**: биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, урожайность, диален супер, ВР, сулкотрек, СК, зерно, кукуруза, початок.*

The advantages of combined use of pesticides are that the biological effectiveness of preparations increases by reducing the resistance of harmful organisms, the formation of resistance of populations in agrophytocenoses is prevented, the spectrum of action of the working compositions of pesticides and retardants is expanded, the frequency of treatments and the consumption rate of the preparation are reduced, the cost of production is reduced and the yield of cultivated crops increases. This is the reason for the need to study the effect of tank mixtures of herbicides on weeds and the yield of the protected crop. A study was made of the effect of herbicides Sulkotrek, SC + Dialen super with different application rates on the weediness and yield of corn grown for grain.

It has been established that the maximum biological efficiency when using a tank mixture of herbicides Sulkotrek, SC + Dialen, WS was noted in the variant at a consumption rate of 2.0 + 1.2 l/ha. The death of weeds in this variant reaches 98.3–100 %. The maximum increase in yield when used for chemical weeding of corn for grain was in the variant Sulkotrek, SC and Dialen super, WS, 2.0 + 1.2 l/ha, which amounted to 8.71 t/ha. The number of grains in the cob in this variant was 592 pieces, and the weight of 1000 grains was 252.3 g. In this variant, the maximum weight of the plant with the cob was 705.3 g and the weight of the cob in the boot was 345.7 g.

***Key words:** biological efficiency; economic efficiency; productivity; Dialen super, water solution; Sulkotrek, suspension concentrate; grain; corn; cob.*

Введение

Вредоносность сорняков слагается из таких факторов, как использование элементов питания, воды, затенения культурных растений, аллелопатическое влияния корневых выделений и другое, что приводит в конечном итоге, к значительному снижению урожайности [1, 2, 3]. Главной причиной засоренности посевов сельскохозяйственных культур является огромный запас жизнеспособных семян, которые дает одно сорное растение [4, 5]. Например, у ярутки полевой максимальное число семян 5,5 тыс. шт/растение, минимальное – 1,4, у сумочника пастушьего – 20,1 и 4,8 тыс. шт/растение соответственно [6].

Однако применение гербицидов не всегда позволяет уничтожить в силу ряда причин сорняки. Это диктует необходимость применения баковых смесей [7].

Широкое изучение баковых смесей обусловлено тем, что их использование может быть сопряжено с риском повреждения защищаемой культуры из-за химической или физической несовместимости компонентов [8, 9], либо повышения эффективности с образованием новых продуктов [10].

В Российской Федерации активно изучают баковые смеси каллисто + милагро и титус + мерлин в посевах кукурузы, применение которых, позволили добиться 98,5–100%-ной гибели сорняков [11, 12].

Причем все баковые смеси были именно тем элементом, который повышает эффективность сельскохозяйственного производства [13].

Преимущества совместного применения пестицидов и агрохимикатов заключаются в том, что повышается биологическая эффективность препаратов за счет снижения резистентности вредных организмов, идет препятствование формированию устойчивости популяций в агрофитоценозах, расширяется спектр действия рабочих составов пестицидов и ретардантов, снижается кратность обработок и

норма расхода препарата, происходит удешевление продукции и повышается урожайность возделываемых культур [14, 15].

Цель исследований – определить влияние различных норм расхода баковой смеси гербицидов сулкотрек, СК + диален супер на засоренность и урожайность кукурузы на зерно.

Основная часть

Эффективность применения гербицидов изучали на протяжении 2013–2015 гг. Опыт был заложен на землях Учхоза БГСХА Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH ($_{KCl}$) – 5,8, содержание гумуса – 1,7 %, K_2O – 210 мг/кг, P_2O_5 – 200 мг/кг.

Технология возделывания кукурузы соответствовала отраслевым регламентам. Предшественником являлись однолетние травы. После уборки трав производилось внесение органики – 60 т/га, а затем зяблевая вспашка на глубину пахотного горизонта (20–22 см). Минеральные удобрения $P_{60}K_{120}$ вносились также под зяблевую вспашку. Азотные удобрения применялись в виде КАСа под культивацию, 60 кг/га и в подкормку (в фазе 5 листьев), 60 кг/га.

Изучаемые смеси гербициды вносили в соответствии со схемой опыта в фазе 3–5 листьев культуры. Расход рабочего раствора составлял 300 л/га.

Опыты по изучению эффективности гербицидов в посевах кукурузы проводились согласно «Методическим указаниям…» [16]. Учет сорняков производился два раза. Первый (количественный) – через месяц после проведения химической обработки гербицидами, второй (количественный и весовой) – за месяц до уборки кукурузы.

Установлено, что на опытном поле в посевах встречались следующие сорняки: дрема белая (*Melandrium album*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), осот колючий (*Sonchus asper*), молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata*), марь белая (*Chenopodium album*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), горец шероховатый (*Polygonum scabrum*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), чистец полевой (*Stachys arvensis*), просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Из засорителей был рапс (*Brassica napus*). Из-за своих биологических особенностей они в разной степени поражались изучаемыми баковыми смесями.

Результаты исследований по биологической эффективности применения смесей гербицидов с различными нормами расхода в посевах кукурузы на зерно представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Влияние баковых смесей гербицидов на численность сорной растительности в посевах кукурузы (средние данные за 2013–2015 гг., первый учет)**

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га, мл/га	Снижение численности сорняков, % к контролю												
		дрема белая	пырей ползучий	осот колючий	молочай прутьевидный	марь белая	горец вьюнковый	горец шероховатый	пастушья сумка	падалица рапса	фиалка полевая	чистец полевой	просо куриное	вьюнок полевой
Контроль (без гербицидов) *	–	7,1	5,3	3,1	11,2	8,0	2,1	7,1	5,9	6,9	4,9	5,7	5,6	5,3
Диален супер, ВР	1,2	62,4	41,5	93,0	100	93,6	86,2	68,9	87,7	100	87,0	100	25,7	81,9
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 0,8	100	22,9	98,4	97,3	98,6	93,1	89,4	96,4	100	76,7	100	89,3	98,6
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 1,2	100	22,8	98,4	100	100	98,0	91,0	98,2	100	87,6	100	90,7	98,6
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 0,8	100	27,1	100	100	100	100	95,1	99,1	100	90,0	100	91,1	100
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 1,2	100	34,4	100	100	100	100	95,9	99,1	100	91,6	100	94,8	100
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 0,8	100	36,7	100	100	100	100	96,9	100	100	95,0	100	97,4	100
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 1,2	100	39,1	100	100	100	100	98,3	100	100	98,3	100	100	100

* – в контроле количество сорняков в шт/м^2.

При применении для химической прополки кукурузы диалена супер, ВР с нормой расхода 1,2 л/га полностью погибали падалица рапса, чистец полевой, молочай прутьевидный. На 93–93,6 % снижалась в данном варианте численность по сравнению с контролем осота колючего, мари белой. Горец вьюнковый, пастушья сумка, фиалка полевая, вьюнок полевой снижали численность на 81,9–87,7 %. Численность дремы белой, горца шероховатого уменьшалась на 62,4–68,9 % по сравнению с контрольным вариантом. Неудовлетворительно данный препарат действовал на пырей ползучий (гибель – 41,5 %) и просо куриное (25,7 %).

В варианте с применением сулкотрека, СК совместно с диаленом супер, ВР с нормами расхода 1,8 л/га + 0,8 л/га в агрофитоценозе полностью погибали дрема белая, падалица рапса, чистец полевой. В пределах 89,3–98,6 % снижалась численность осота колючего, молочая прутьевидного, мари белой,

горца вьюнкового, пастушьей сумки, горца шероховатого, проса куриного, вьюнка полевого по сравнению с контролем. Численность пырея ползучего уменьшалась только на 22,9 %.

В варианте с использованием для химической прополки кукурузы сулкотрека, СК совместно с диаленом супер, ВР с нормами расхода 1,8 л/га + 1,2 л/га численность дремы белой, молочая прутьевидного, мари белой, падалицы рапса, чистеца полевого снижалась в посевах на 100 %. На 87,6–98,6 % снижали свою численность осот колючий, горец вьюнковый, горец шероховатый, пастушья сумка, фиалка полевая, просо куриное, вьюнок полевой. Гибель пырея ползучего в данном варианте составила 22,8 % по сравнению с контролем.

Обработка посевов кукурузы баковой смесью сулкотрека, СК совместно с диаленом супер, ВР с нормами расхода 1,9 л/га + 0,8 л/га позволила полностью исключить из агрофитоценоза дрему белую, осот колючий, молочай прутьевидный, горец вьюнковый, марь белую, падалицу рапса, чистец полевой, вьюнок полевой. Их гибель составила 100 %. На 90,0–99,1 % снизилась в данном варианте численность горца шероховатого, пастушьей сумки, фиалки полевой, проса куриного. Численность пырея ползучего снизилась на 27,1 % по сравнению с контролем.

В варианте с применением сулкотрека, СК совместно с диаленом супер, ВР с нормами расхода 1,9 л/га + 1,2 л/га численность дремы белой, осота колючего, молочая прутьевидного, горца вьюнкового, мари белой, падалицы рапса, чистеца полевого, вьюнка полевого снизилась на 100 %. На 91,6–99,1 % по сравнению с контролем снизилась численность горца шероховатого, пастушьей сумки, фиалки полевой, проса куриного. Гибель пырея ползучего составила в данном варианте 34,4 %.

При увеличении нормы расхода сулкотрека, СК до 2,0 л/га совместно с диаленом супер, ВР, 0,8 л/га полностью погибли дрема белая, осот колючий, молочай прутьевидный, горец вьюнковый, марь белая, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой, вьюнок полевой. Численность горца шероховатого, фиалки полевой, проса куриного снизилась на 95,0–97,4 % по сравнению с контролем. Пырей ползучий снижал свою численность на 36,7 %.

В варианте с применением сулкотрека, СК совместно с диаленом супер, ВР с нормами расхода 2,0 л/га + 1,2 л/га численность пырея ползучего также снижалась неудовлетворительно. Данный показатель составил 39,1 %. На 98,3 % по сравнению с контролем снизилась численность горца шероховатого и фиалки полевой. Дрема белая, осот колючий, молочай прутьевидный, горец вьюнковый, марь белая, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой, вьюнок полевой, просо куриное погибали на 100 %.

При применении для химической прополки кукурузы на зерно баковых смесей гербицидов с различными нормами расхода, перечень которых представлен в табл. 2, установлено, что прибавка урожая увеличивается по мере увеличения нормы расхода препаратов.

Таблица 2. **Влияние баковых смесей гербицидов на урожайность и сопутствующие измерения габитуса растений в посевах кукурузы (средние данные за 2013–2015 гг.)**

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса растения с початком, г	Масса початка в обертке, г	Высота прикрепления початка, см
Контроль (без гербицидов)	–	57,0	–	345	151,4	284,3	117,7	67,1
Диален супер, ВР	1,2	79,3	22,3	463	200,0	678,8	279,8	81,7
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 +0,8	100,5	43,5	517	225,4	680,4	273,2	79,1
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 +1,2	107,2	50,2	555	237,2	745,7	298,6	85,0
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 +0,8	114,4	57,4	560	222,7	717,5	271,1	91,4
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 +1,2	125,2	68,2	574	251,2	747,5	310,2	91,3
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 +0,8	135,3	78,3	579	247,1	740,0	318,0	83,5
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 +1,2	144,1	87,1	592	252,3	705,3	345,7	93,5
$НСР_{05\ 2013}$ $НСР_{05\ 2014}$ $НСР_{05\ 2015}$	–	2,6 3,1 1,4	–	–	–	–	–	–

При применении баковой смеси сулкотрек, СК + диален супер, ВР с различными нормами расхода во всех вариантах опыта получена прибавка урожая по сравнению с контрольным вариантом (табл. 2).

Максимальная прибавка была получена в варианте сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 2,0 л/га + 1,2 л/га и составила 87,1 ц/га. В данном варианте число зерен в початке составляло 592 шт., масса 1000 зерен – 252,3 г. Масса растения с початком была равна 705,3 г, масса растения в обертке – 345,7 г. Высота прикрепления початка была максимальной и составила 93,5 см.

Следует отметить, что этот вариант превосходил также вариант применения диалена супер, ВР в чистом виде на 64,8 ц/га. Число зерен в початке было больше на 129 шт., масса 1000 зерен – на 52,3 г. Масса растения с початком также была больше на 26,5 г, масса растения в обертке – на 65,9 г. Высота прикрепления початка тоже была выше, чем в варианте с диаленом супер, ВР, – на 11,8 см.

Несколько ниже была прибавка урожая в варианте сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 2,0 л/га + 0,8 л/га. Она составила 78,3 ц/га. Здесь число зерен в початке составляло 579 шт., масса 1000 зерен –

247,1 г. Масса растения с початком также изменялась и была равна 740,0 г, масса растения в обертке – 318,0 г. Высота прикрепления початка была максимальной и составила 83,5 см.

Некоторое снижение нормы расхода сулкотрека (до 1,9 л/га) позволило в варианте сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 1,9 л/га + 1,2 л/га получить прибавку урожая 68,2 ц/га. При такой комбинации гербицидов число зерен в початке составляло 574 шт., масса 1000 зерен – 251,2 г. Масса растения с початком была равна в данном варианте 747,5 г, масса растения в обертке – 310,2 г. Высота прикрепления початка составила 91,3 см.

При применении баковой смеси сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 1,9 л/га + 0,8 л/га достоверная прибавка урожая составила 57,4 ц/га. В данном случае число зерен в початке составляло 560 шт., масса 1000 зерен – 222,7 г. Масса растения с початком составила 717,5 г, масса растения в обертке – 271,1 г. Высота прикрепления початка была на уровне следующего варианта и составила 91,4 см.

Минимальные прибавки урожая были получены при норме расхода сулкотрека, СК 1,8 л/га. Так, при использовании для химической прополки кукурузы баковой смеси сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 1,8 л/га + 0,8 л/га, достоверная прибавка урожая составила 43,5 ц/га. Число зерен в початке составляло 517 шт., масса 1000 зерен – 225,4 г. Масса растения с початком составила в данном варианте опыта 680,4 г, масса растения в обертке – 273,2 г. Высота прикрепления початка составила 79,1 см.

При увеличении нормы расхода компонентов баковой смеси увеличивалась достоверная прибавка урожая. При применении баковой смеси сулкотрек, СК + диален супер, ВР, 1,8 л/га + 1,2 л/га достоверная прибавка урожая составила 50,2 ц/га. Число зерен в початке составляло в данном варианте опыта 555 шт., масса 1000 зерен – 237,2 г. При этом масса растения с початком составила 745,7 г, масса растения в обертке – 298,6 г. Початок прикреплялся к стеблю на высоте 85 см.

Заключение

1. Максимальная биологическая эффективность при применении баковой смеси гербицидов сулкотрек, СК+ диален, ВР отмечена в варианте при норме расхода 2,0 л/га + 1,2 л/га. Гибель сорных растений в этом варианте достигает 98,3–100 %.

Пырей ползучий был устойчив к данной баковой смеси.

2. При совместном применении сулкотрека, СК и диалена супер, ВР наибольшей была прибавка урожая в варианте сулкотрек, СК и диален супер, ВР, 2,0 л/га + 1,2 л/га, которая составила 87,1 ц/га. Число зерен в початке в этом варианте составило 592 шт., а масса 1000 зерен – 252,3 г. Максимальной была в данном варианте масса растения с початком – 705,3 г и масса початка в обертке – 345,7 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаренко, В. А. Гербициды / В. А. Захаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

2. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 132 с.

3. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.

4. Ермоленков, В. В. Влияние приемов ухода и предпосевных обработок почвы на засоренность посевов и урожай зерна ячменя / В. В. Ермоленков // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур / ВАСХНИЛ; под ред. Г. С. Груздева. – М., 1988. – С. 82–87.

5. Сорные растения и меры борьбы с ними: учеб.-метод. пособие / А. С. Мастеров [и др.]. – Минск, 2014. – 143 с.

6. Защита растений в устойчивых системах землепользования / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара: в 4 кн. – Торжок: Вариант, 2003. – Кн. 2. – С. 51.

7. Миренков, Ю. А. Совместимость сульфонилмочевинных гербицидов на кукурузе с удобрением КАС / Ю. А. Миренков, В. Г. Коробко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2007. – № 4. – С. 69–71.

8. Гар, К. А. Совместимость инсектицидов и фунгицидов / К. А. Гар // Защита растений. – 1982. – № 11. – С. 32–34.

9. Гар, К. А. Совместимость пестицидов / К. А. Гар // Защита растений. – 1980. – № 9. – С. 33–36.

10. Новожилов, К. В. Проблемы и результаты комплексного использования пестицидов в защите растений / К. В. Новожилов, С. Г. Жуковский // Химический метод защиты сельскохозяйственных растений от грибных болезней: сб. науч. тр / ВИЗР. – Л., 1985. – С. 14–20.

11. Оказова, З. П. Эффективность баковых смесей гербицидов в семеноводстве кукурузы / З. П. Оказова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (ч. 9). – С. 1888–1891.

12. Оказова, З. П. Эффективность баковых смесей гербицидов на семенных посевах кукурузы в лесостепной зоне РСО-Алания / З. П. Оказова, Т. А. Березов // Изв. Гор. гос. аграр. ун-та. – 2013. – Т. 50, № 4. – С. 26–29.

13. Гринько, А. В. Экономическая эффективность баковых смесей на кукурузе / А. В. Гринько // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 4. – С. 63–65.

14. Засоренность посевов кукурузы и эффективность баковых смесей гербицидов для ее защиты / А. В. Сташкевич [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2019. – Вып. 43: Защита растений. – С. 105–110.

15. Туликов, А. М. Сорные растения и борьба сними / А. М. Туликов. – М.: Моск. рабочий, 1982. – 157 с.

16. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Ин-т защиты растений НАН Беларуси; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

УДК 631.1(003.13):631.5:633.11«324»

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

А. С. БУДЬКО

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: oz.pszeniza@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

На основе трехлетних исследований перспективных сортообразцов озимой мягкой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания дана биоэнергетическая оценка эффективности их возделывания на двух вариантах технологий. Раскрыта значимость и целесообразность проведения данных исследований. Выявлено, что с повышением уровня интенсификации технологии снижаются трудозатраты. Установлено, что наиболее энергоемким является применение пестицидов. Их удельный вес в структуре затрат суммарной энергии на возделывание достигает 88 %. Основной резерв повышения эффективности возделывания – рациональное использование пестицидов, минеральных удобрений и горюче-смазочных материалов. Выделены лучшие сортообразцы, которые в зависимости от технологии возделывания обеспечивают наибольшую биоэнергетическую эффективность. Другие исследуемые сортообразцы не многим отставали от лучших, согласно критерию величин показателей энергетической эффективности, все сортообразцы отвечают требованиям энергосбережения и оба варианта технологий являются энергосберегающими для агропромышленного комплекса. Установлено, что большинство исследуемых сортообразцов, как при первом варианте технологии возделывания, так и при втором, оказались более эффективными в сравнении с сортом Элегия. Сравнивая две технологии, можно с уверенностью утверждать, что обычная является более экономичной, с энергетической точки зрения.

Ключевые слова: *биоэнергетическая эффективности, пшеница, технология, структура затрат, себестоимость, энергосбережение.*

Based on a three-year study of promising varieties of winter soft wheat in the nursery of competitive variety testing, a bioenergetic assessment of the effectiveness of their cultivation using two technology options was given. The significance and expediency of conducting these studies is revealed. It was revealed that with the increase in the level of technology intensification, labor costs are reduced. It has been established that the most energy-consuming is the use of pesticides. Their share in the structure of total energy costs for cultivation reaches 88 %. The main reserve for increasing the efficiency of cultivation is the rational use of pesticides, mineral fertilizers, fuels and lubricants. The best variety samples have been identified, which, depending on the cultivation technology, provide the highest bioenergetic efficiency. Other studied varieties were not far behind the best, according to the criterion of energy efficiency indicators, all varieties meet the requirements of energy saving and both technology options are energy-saving for the agro-industrial complex. It has been established that most of the studied varieties, both in the first version of cultivation technology and in the second, turned out to be more effective in comparison with the Elegiya variety. Comparing the two technologies, it is safe to say that the conventional one is more economical from an energy point of view.

Key words*: bioenergy efficiency, wheat, technology, cost structure, prime cost, energy saving.*

Введение

В современном растениеводстве наиболее актуальными и приоритетными направлениями развития являются энерго- и ресурсосбережение, экологизация и биологизация технологических процессов [1]. В утвержденной Правительством страны Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года отмечается, что одной из нерешенных задач в продовольственной сфере является повышение эффективности производства и снижение себестоимости продукции [2].

В условиях рыночной экономики, когда происходят систематические изменения цен на материалы и услуги, невозможно дать объективную экономическую оценку эффективности возделывания озимой мягкой пшеницы, применения того или иного технологического приема, при использовании современных экономических методов. Однако для новых сортообразцов и сортов, новых технологических приемов, используемых в конкретных экологических условиях, требуется объективная оценка их преимуществ или недостатков. В качестве такой оценки может выступать определение энергетической эффективности. Для этого нужно определить все энергозатраты на возделывание растений или использование технологического приема и энергосодержание урожая, выявить степень окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожая. Энергетическая оценка сорта или приема при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля (ГДж), другими словами, может быть дана экономическая оценка [3].

Без применения энергетического анализа эффективное управление агропромышленным комплексом невозможно. Интенсификация сельского хозяйства привела к созданию сложного производства, каждая технологическая ступень которого требует значительных энергетических затрат.

В этой связи целью исследований было определить биоэнергетическую эффективность возделывания перспективных сортообразцов озимой мягкой пшеницы. Показать преимущества создания и возделывания сортов интенсивного и экстенсивного типа.

Основная часть

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в Смолевичском районе Минской области в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Объектом исследований служили перспективные сортообразцы озимой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания и сорт Элегия, который является контролем (К).

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная подстилаемая моренным суглинком с содержанием гумуса (по Тюрину) 2,31–2,95 % и кислотностью pH_{KCl} 5,4–5,8; с содержанием подвижных P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) соответственно 213–230 и 268–310 мг/кг почвы. Предшественник – озимый рапс на семена. Сев проводили в I декаде сентября с нормой высева 4,0 млн. всхожих семян на гектар сеялкой *Wintersteiger* по методике двухфакторного опыта методом рендомизированных блоков в 3-кратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². Посевной материал обеззараживали протравителем Баритон, КС в норме 1,5 л/т. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 75 кг/га действующего вещества (д. в.) и калийные (хлористый калий) – 120 кг/га д. в. Азотные удобрения (карбамид) вносили в виде трех подкормок: первая – при возобновлении весенней вегетации пшеницы озимой из расчета 60 кг/га д. в., вторая – в фазу конец кущения – начало выхода в трубку – 50 кг/га д. в. и третья (интенсивная технология) – при появлении флагового листа в дозе 40 кг/га д. в.

Для защиты посевов от сорной растительности осенью применяли гербицид Алистер гранд, МД (в фазе ДК 11–13) в норме 0,7 л/га. Фунгицидную обработку посевов проводили препаратом Зантара, КЭ в норме расхода 0,8 л/га (в фазе ДК 37–39). При интенсивной технологии половинную норму (0,2 л/га) ретарданта Моддус, КЭ вносили в фазе ДК 30–31. Для защиты колоса от болезней использовали фунгицид Прозаро, КЭ, опрыскивание проводили (ДК 61– 63) с нормой расхода препарата 0,8 л/га.

Методика биоэнергетического анализа эффективности возделывания сельскохозяйственных растений основывается на сравнении совокупных затрат энергии на выращивание растений и количества энергии, получаемой с урожаем. Обобщающим показателем является биоэнергетический коэффициент – отношение валовой энергии, полученной с урожаем, к суммарным затратам. Технология возделывания культуры будет эффективной, если данный коэффициент больше единицы. Энергетический анализ технологии выращивания растений проводиться по технологическим картам на основе нормативных данных. Технологическая карта – это итог проектирования возделывания культуры от подготовки почвы до уборки и послеуборочной доработки урожая [3]. На основе технологических карта мы произвели расчеты материальных и трудовых затрат на весь объем работ по каждому агроприему, перевели материальные затраты в энергетические, используя переводные коэффициенты – энергетические эквиваленты (табл. 1).

Таблица 1. **Сравнительная структура затрат совокупной энергии при возделывании сортообразцов озимой мягкой пшеницы**

Сортообразец		Посевной материал		Трактора, с.-х. орудия и машины		ГСМ		Электроэнергия	
		МДж/га	%	МДж/га	%	МДж/га	%	МДж/га	%
ЭЛЕГИЯ (К)	I	6192,0	5,75	2267,2	2,10	5494,3	5,10	477,6	0,44
	II	6192,0	3,19	2343,2	1,21	5817,4	2,99	519,3	0,27
1372	I	6192,0	5,74	2272,7	2,11	5522,0	5,12	499,4	0,46
	II	6192,0	3,19	2340,7	1,20	5804,7	2,99	509,3	0,26
1385	I	6192,0	5,74	2275,8	2,11	5537,9	5,13	511,8	0,47
	II	6192,0	3,19	2335,1	1,20	5776,2	2,97	487,0	0,25
1172-3-1	I	6192,0	5,75	2258,8	2,10	5452,3	5,07	444,7	0,41
	II	6192,0	3,18	2353,5	1,21	5868,9	3,02	559,7	0,29
1228-4-1	I	6192,0	5,74	2269,5	2,11	5506,2	5,11	487,0	0,45
	II	6192,0	3,18	2353,0	1,21	5866,5	3,02	557,8	0,29
1338-1-1	I	6192,0	5,74	2270,5	2,11	5511,0	5,11	490,7	0,46
	II	6192,0	3,18	2353,0	1,21	5866,5	3,02	557,8	0,29
1128-4-11	I	6192,0	5,74	2275,0	2,11	5533,9	5,13	508,7	0,47
	II	6192,0	3,18	2350,3	1,21	5853,0	3,01	547,3	0,28
1328-2-3	I	6192,0	5,75	2264,2	2,10	5479,3	5,09	465,8	0,43
	II	6192,0	3,19	2339,3	1,20	5797,6	2,98	503,7	0,26
Сортообразец		Живой труд		Удобрения		Пестициды		Итого	
		МДж/га	%	МДж/га	%	МДж/га	%	МДж/га	%
ЭЛЕГИЯ (К)	I	852,0	0,79	5394,0	5,01	87083,9	80,81	107760,9	100
	II	938,3	0,48	6990,0	3,60	171563,6	88,27	194363,8	100
1372	I	877,7	0,81	5394,0	5,00	87083,9	80,75	107841,6	100
	II	926,6	0,48	6990,0	3,60	171563,6	88,29	194326,9	100

1385	I	892,4	0,83	5394,0	5,00	87083,9	80,72	107887,8	100
	II	900,1	0,46	6990,0	3,60	171563,6	88,32	194243,9	100
1172-3-1	I	813,0	0,76	5394,0	5,01	87083,9	80,90	107638,7	100
	II	986,1	0,51	6990,0	3,59	171563,6	88,20	194513,7	100
1228-4-1	I	863,0	0,80	5394,0	5,00	87083,9	80,79	107795,5	100
	II	983,9	0,51	6990,0	3,59	171563,6	88,20	194506,8	100
1338-1-1	I	867,4	0,80	5394,0	5,00	87083,9	80,78	107809,4	100
	II	983,9	0,51	6990,0	3,59	171563,6	88,20	194506,8	100
1128-4-11	I	888,7	0,82	5394,0	5,00	87083,9	80,73	107876,2	100
	II	971,4	0,50	6990,0	3,59	171563,6	88,22	194467,6	100
1328-2-3	I	838,0	0,78	5394,0	5,01	87083,9	80,84	107717,1	100
	II	919,9	0,47	6990,0	3,60	171563,6	88,30	194306,2	100

Примечание. Технология возделывания: I – обычная, II – интенсивная.

Анализ данных табл. 1 показывает, что доля живого труда, израсходованного на производство единицы продукции по отношению к другим незначительна, и поэтому не оказывает весомого воздействия на энергетическую эффективность. При сравнении двух вариантов технологии возделывания прослеживается тенденция сокращения трудозатрат при повышении интенсификации производства.

Анализ других статей затрат показал, что наиболее энергоемким является применение пестицидов. Их удельный вес в структуре затрат суммарной энергии на возделывание сортообразцов озимой мягкой пшеницы составил от 80,72 % у сортообразца №1385 на обычной технологии возделывания до 88,32 % на интенсивной. Наиболее дорогим с энергетической позиции является применение гербицидов. Так, согласно методике Э. Ф. Вафиной (2016) [3], затраты энергии на производство гербицида Алистер гранд, МД равны 419,6 МДж/кг д. в. В связи с этим второй вариант технологии возделывания является более затратным, так как увеличено количество обработок посевов пестицидами, а также предусмотрена третья подкормка азотными удобрениями. Примерно один уровень в структуре занимают затраты энергии вносимых удобрений и горюче-смазочных материалов (ГСМ).

Таким образом, основным резервом повышения эффективности возделывания озимой мягкой пшеницы является рациональное использование пестицидов, минеральных удобрений и ГСМ.

Расчет энергетической эффективности учитывал такие показатели, как энергозатраты на возделывание озимой мягкой пшеницы (Ет), суммарное энергосодержание урожая зерна (Q), чистый энергетический доход (ΔQ), который определяется по разнице между энергосодержанием урожая и общими затратами на возделывание:

$$\Delta Q = Q - Ет.$$

Коэффициент энергетической эффективности (К) рассчитывался по отношению чистого энергетического дохода к энергозатратам:

$$К = \Delta Q / Ет.$$

Биоэнергетический коэффициент (r), или, другими словами, коэффициент полезного действия (КПД) посева – отношение энергии, полученной с урожаем к энергозатратам:

$$r = Q / Ет.$$

Энергетическую себестоимость зерна (Су), определяли как энергетические затраты на единицу урожая (У):

$$Су = Ет – У.$$

Биоэнергетическая оценка возделывания сортообразцов озимой мягкой пшеницы дана в табл. 2.

Согласно данным табл. 2, при возделывании сортообразцов озимой мягкой пшеницы по первому варианту технологии, энергетическая себестоимость изменялась от Су=25,6 ГДж/ц до Су=36,1 ГДж/ц. Самый высокий доход был получен при возделывании сортообразца №1385. Он обеспечил среднюю урожайность за годы исследований 82,3 ц/га, при чистом энергетическом доходе ΔQ=1081275 ГДж/га. Коэффициенте энергетической эффективности находился на уровне К=1081275.

Наиболее затратным было возделывание сортообразца №1172-3-1, его урожайность составила 71,5 ц/га, при чистом энергетическом доходе 816083 ГДж/га. Анализ энергетической себестоимости по второму варианту технологии возделывания показал, что данный параметр изменялся от Су=104,5 ГДж/ц до Су=115,9 ГДж/ц. Наибольший доход за период исследований получен при выращивании сортообразца №1172-3-1, он обеспечил урожайность, в среднем за три года, 90 ц/га, при

чистом энергетическом доходе ΔQ=1293002,9 ГДж/га. Его коэффициент энергетической эффективности находился на уровне К=664736.

Таблица 2. **Биоэнергетическая оценка возделывания сортообразцов озимой мягкой пшеницы**

Сортообразец		Урожайность (У), ц/га	Выход валовой энергии с урожаем основной продукции (Q), ГДж/га	Прирост энергии (ΔQ), ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (К)	Энергетическая себестоимость (Су), ГДж/ц
ЭЛЕГИЯ (К)	I	76,8	941677,6	941569,8	873758,1	31,0
	II	83,5	1113147,6	1112953,2	572615,1	110,9
1372	I	80,3	1029463,4	1029355,5	954506,6	27,5
	II	81,9	1070896,8	1070702,4	550979,9	112,4
1385	I	82,3	1081382,8	1081275,0	1002222,1	25,6
	II	78,3	978821,1	978626,9	503813,4	115,9
1172-3-1	I	71,5	816191,2	816083,5	758169,2	36,1
	II	90,0	1293197,4	1293002,9	664736,0	104,5
1228-4-1	I	78,3	978821,1	978713,3	907935,1	29,5
	II	89,7	1284590,5	1284395,9	660334,7	104,8
1338-1-1	I	78,9	993879,7	993771,9	921786,3	28,9
	II	89,7	1284590,5	1284395,9	660334,7	104,8
1128-4-11	I	81,8	1068283,2	1068175,4	990186,0	26,1
	II	88,0	1236360,6	1236166,1	635666,8	106,5
1328-2-3	I	74,9	895660,5	895552,8	831393,3	32,8
	II	81,0	1047489,9	1047295,6	538992,4	113,3

Примечание. Технология возделывания: I – обычная, II – интенсивная.

Самую низкую урожайность обеспечил сортообразец №1385 – 78,3 ц/га при чистом энергетическом доходе ΔQ=978626,9 ГДж/га. Производство зерна данного сортообразца было более затратным и энергетически менее выгодным.

Обобщающим показателем, при оценке эффективности возделывания, является биоэнергетический коэффициент (рисунок).

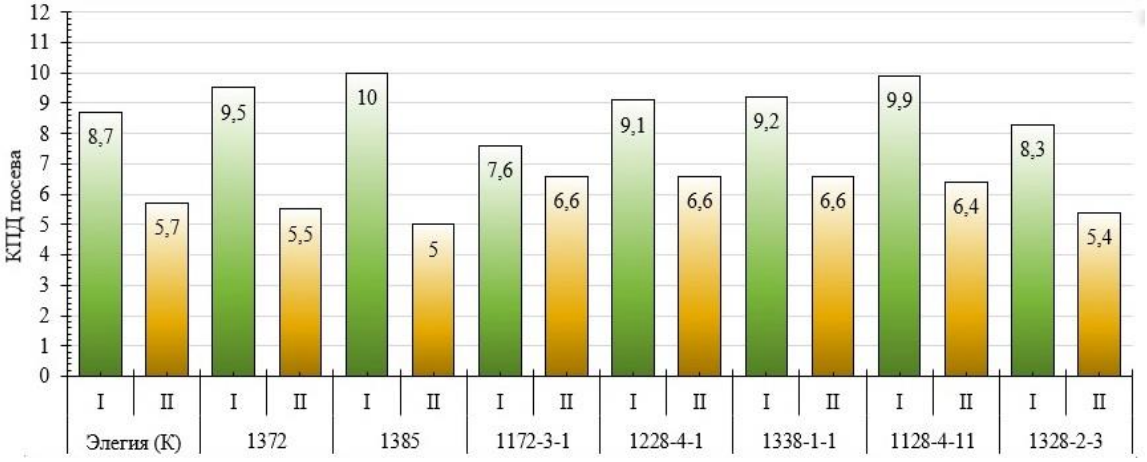


Рис. Биоэнергетический коэффициент (r), (КПД посева)

Гистограмма, представленная на рисунке, наглядно демонстрирует эффективность выращивания исследуемых сортообразцов, а также, эффективность повышение интенсификации технологии возделывания. Наибольший КПД, при применении первого варианта технологии, обеспечил сортообразец №1385 (r=10). Данный генотип можно отнести к экстенсивному типу – он слабо реагирует на улучшение условий произрастания и способен обеспечить наибольшую эффективность при ограниченном количестве ресурсов. Сортообразцы: №1338-1-1, №1228-4-1 и №1172-3-1 относятся к интенсивному типу, они характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания (r = 6,6), однако, при ухудшении условий так же значительно снижают продуктивность. Наибольшую ценность представляет сортообразец №1128-4-11, так как на обоих вариантах технологий возделывания обеспечил сравнительно высокую эффективность.

Заключение

В результате анализа биоэнергетической эффективности возделывания сортообразцов озимой мягкой пшеницы при обычной и интенсивной технологии, мы выделили наиболее эффективные. Следует отметить, что другие сортообразцы не многим отставали от лучших, согласно критерию величин

показателей энергетической эффективности возделывания, все сортообразцы отвечают требованиям энергосбережения и оба варианта технологий являются энергосберегающими для агропромышленного комплекса. Установлено, что большинство исследуемых сортообразцов, как при первом варианте технологии возделывания, так и при втором, обеспечили более высокую эффективность в сравнении с сортом Элегия. Сравнивая две технологии, можно с уверенностью утверждать, что обычная является более экономичной с энергетической точки зрения.

ЛИТЕЛАТУРА

1. Кислов, А. А. Энергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве / А. А. Кислов, А. Ф. Кислов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2016. – № 2(38). – С. 87–91.

2. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962. – Режим доступа: http://www.government.by/ru/solutions/3060. – Дата доступа: 12.03.2020.

3. Вафина, Э. Ф. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур: учебное пособие / Э. Ф Вафина, П. Ф. Сутыгин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 62 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.3.022

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛАСТИЧНОГО БИЧА ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

В. А. ШАРШУНОВ

УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь, 212027, e-mail: mgup@mogilev.by

С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: baa_bgd@tut.by

(Поступила в редакцию 22.02.2022)

В разработанном в УО БГСХА обмолачивающем устройстве линии первичной переработки льна основным элементом, определяющим характер непосредственного взаимодействия устройства с лентой льностеблей, является эластичный рабочий орган. Эффективность процесса отделения семян от стеблей зависит от конструктивного исполнения рабочего органа. В предлагаемой конструкции обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в зоне его контакта с материалом требуется максимально совместить три процесса: отделить семенные коробочки льна от стеблей; разрушить их с последующим выделением из них семян; произвести сепарацию семян сквозь ленту стеблей и деку.

В статье приведены аналитические зависимости для определения конструктивных параметров эластичного рабочего органа, учитывающие его уплотняющую и проникающую в слой стеблей льна способности. Установлена связь между параметрами бича и параметрами находящегося в зоне обмолота слоя стеблей льна. Предложена методика, позволяющая определить рациональные интервалы параметров зубчатой поверхности бича, уточнение которых требует проведения практического эксперимента. По результатам проведенного эксперимента установлено, что условиям работы предусмотренным отраслевым регламентом возделывания и уборки льна-долгунца (степени обмолота не менее 98 % и степени повреждения стеблей льна не более 3,0 %) удовлетворяет величина зубьев в интервале от 0,01 м до 0,02 м. Рациональным значением высоты зубьев эластичного рабочего органа следует принять 0,015 м.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики расчета разрабатываемого обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом линии первичной переработки льна и моделирования процесса обмолота.

Ключевые слова: *лен, обмолачивающее устройство, эластичный рабочий орган, лента стеблей льна, зона обмолота, профиль бича, параметры зуба.*

In the threshing device of the flax primary processing line developed at the UE BSAA, the main element that determines the nature of the direct interaction of the device with the flax stalk band is the elastic working body. The efficiency of the process of separating seeds from stems depends on the design of the working body. In the proposed design of a threshing device with an elastic working body in the zone of its contact with the material, it is required to combine three processes as much as possible: to separate the flax seed pods from the stems; destroy them with the subsequent separation of seeds from them; to separate the seeds through the tape of stems and the deck.

The article presents analytical dependences for determining the design parameters of an elastic working body, taking into account its ability to seal and penetrate into the layer of flax stems. A relationship has been established between the parameters of the bar and the parameters of the layer of flax stems located in the threshing zone. A technique has been proposed that makes it possible to determine the rational intervals of the parameters of the jagged surface of the bar, the refinement of which requires a practical experiment. According to the results of the experiment, it was found that the working conditions provided for by the industry regulations for the cultivation and harvesting of fiber flax (the degree of threshing is not less than 98 % and the degree of damage to flax stems is not more than 3.0 %) are satisfied by the size of the teeth in the range from 0.01 m to 0.02 m. The rational value of the height of the teeth of the elastic working body should be taken as 0.015 m.

The analytical dependencies considered in this article will form the basis of the methodology for calculating the developed threshing device with an elastic working body of the flax primary processing line and modeling the threshing process.

Key words*: flax, threshing device, elastic working body, flax stem band, threshing zone, bar profile, tooth parameters.*

Введение

Эффективность процесса отделения семян от стеблей льна в процессе обмолота определяется свойствами обрабатываемого материала, конструктивным исполнением рабочих органов и согласованности технологических операций [1, 2]. В разработанном в УО БГСХА обмолачивающем устройстве линии первичной переработки льна основным элементом, определяющим характер непосредственного взаимодействия устройства с лентой льностеблей является эластичный бич [3–7]. В работе [8] были определены параметры, характеризующие формируемый слой стеблей льна в зоне обмолота.

Очевидно, что параметры рабочего органа обмолачивающего устройства и параметры обрабатываемого материала (физико-механические свойства, геометрические и технологические параметры слоя) взаимосвязаны между собой. Поэтому обоснование конструктивных параметров эластичного бича с учетом свойств ленты льна, поступающей на обмолот, и параметров ее слоя является важной задачей.

Основная часть

Очесывающе-плющильное воздействие эластичного рабочего органа при взаимодействии с обрабатываемой лентой льна [8] может стать эффективнее при правильном выборе формы его кромки.

В предлагаемой конструкции обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в зоне его контакта с материалом требуется максимально совместить три процесса: отделить семенные коробочки льна от стеблей; разрушить их с последующим выделением из них семян; произвести сепарацию семян сквозь ленту стеблей и деку.

Покажем, что при этом немаловажную роль играет выбор формы кромки эластичного бича. Для этого введем два понятия. Под уплотняющей способностью бича ε будем понимать степень сжатия слоя стеблей между бичом и декой, а под проникающей его способностью $h_п$ – глубину погружения бича в слой стеблей. Рассмотрим эти параметры во взаимодействии друг с другом. Для этого числовое значение уплотняющей способности бича рассмотрим в виде безразмерного параметра, равного отношению объема материала, находящегося в рабочей зоне до взаимодействия с бичом, к его же объему после взаимодействия с ним, при условии, что данные объемы заключены в рамках площади зоны контакта бича с лентой льна:

$$S_б = a_б \cdot b_б, \tag{1}$$

где $a_б$ – толщина кромки бича, м; $b_б$ – ширина бича, м.

Тогда уплотняющую способность бича выражает формула:

$$\varepsilon = \frac{V_и}{V_д} = \frac{b_б \cdot a_б \cdot h_{ст}}{b_б' \cdot a_б \cdot \left(h_{ст} - h_п\right)} = \frac{b_б \cdot h_{ст}}{b_б' \cdot \left(h_{ст} - h_п\right)}, \tag{2}$$

где $V_и$ – объем материала, находящегося в зоне контакта бича с лентой без его деформации, м^3; $V_д$ – объем материала, находящегося в зоне контакта бича с лентой под его деформацией, м^3; $h_{ст}$ – высота слоя стеблей в зоне контакта, м; $b_б'$ – фактическая длина кромки бича, м; $h_п$ – проникающая способность бича в слой стеблей, м.

Для того, чтобы обеспечить эффективное протекание всех заявленных выше процессов необходимо выполнение условия ε > 1. С учетом формулы (2) получим:

$$\frac{b_б \cdot h_{ст}}{b_б' \cdot \left(h_{ст} - h_п\right)} > 1. \tag{3}$$

Решим это дробно-рациональное неравенство, считая неизвестной величиной проникающую способность бича $h_п$:

$$\frac{\frac{b_б}{b_б'} \cdot h_{ст} - \left(h_{ст} - h_п\right)}{h_{ст} - h_п} > 0;$$

$$\begin{cases} h_{ст} - h_п \neq 0; \\ \left(h_{ст} - h_п\right) \cdot \left(\frac{b_б}{b_б'} \cdot h_{ст} - h_{ст} + h_п\right) > 0; \end{cases}$$

$$h_п \in \left[h_{ст} \cdot \left(1 - \frac{b_б}{b_б'}\right); h_{ст} \right]. \tag{4}$$

Анализируя полученный результат (4), можно сделать следующие выводы:

1) при ровной поверхности кромки бича ($b_б' = b_б$), проникающая способность его в слой стеблей практически равна нулю, а уплотняющая его способность мало отличается от 1. Значит, ровная поверхность кромки бича не дает желаемых нами эффектов;

2) для эффективной работы кромки бича необходимо, чтобы ее длина была намного больше рабочей зоны контакта бича с лентой льна, а это в свою очередь означает, что кромка эластичного рабочего органа должна иметь некоторую рифлёную форму. Наиболее простой для исполнения является зубчатая форма кромки эластичного рабочего органа, поэтому именно эта форма может быть взята за основу в предлагаемой конструкции обмолачивающего устройства.

На основании изложенного, рассмотрим зубчатую форму кромки эластичного рабочего органа (бича) (рис. 1, *а*). Для обоснования параметров зубчатой эластичной поверхности бича рассмотрим следующее условие, которые должны обеспечить эффективность отделения семенных коробочек от стеблей льна, их разрушения и разуплотнение их слоя:

1) уплотняющая способность бича должна превышать 1. Это позволит обеспечить необходимое отделение семенных коробочек льна от стеблей и их разрушение. Таким образом

$$\varepsilon > 1; \tag{5}$$

2) проникающая способность бича в слой стеблей должна стремиться к величине, равной высоте слоя стеблей. Данное условие обеспечивает отделение и разрушение тех семенных коробочек льна, которые оказались внутри слоя стеблей, а также разуплотненные его в верхушечной части. Таким образом,

$$h_п \to h_{ст}; \tag{6}$$

3) в рамках воздействия отдельно взятого зуба (элементарного участка бича) процессы уплотнения соответствующих участков ленты стеблей в комлевой части, а также процессы проникновения в ее структуры при движении и ее разуплотнении в верхушечной части должны протекать равномерно по всей ширине эластичного рабочего органа. Это означает, что высота зуба ($h_з$, м), его основание ($z_з$, м), а также длина его образующих ($a_з$, м) для всех зубов эластичной поверхности бича должны быть одинаковыми. Таким образом, конфигурацию зуба будем рассматривать в виде равнобедренного треугольника (рис. 1, *б*) с основанием $z_з$, высотой $h_з$, у которого суммарная длина образующих должна быть максимальной, т. е.

$$2 \cdot a_з \to max, \tag{7}$$

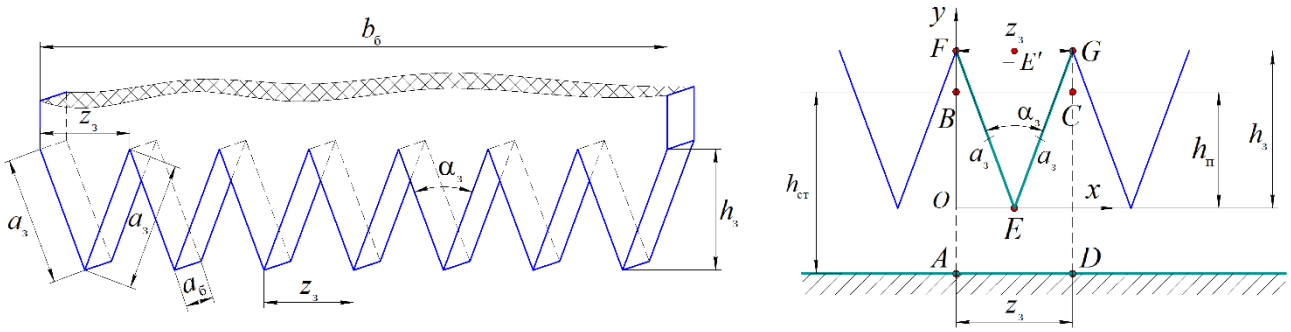
при $0 < z_з \le a_з$; $0 < \alpha_з \le \pi/2$;

4) количество зубов $n_з$ эластичной поверхности, которое в рассматриваемом случае определяется кратностью ширины бича $b_б$ к величине основания зуба, должно быть наибольшим, т. е.

$$n_з = \frac{b_б}{z_з},$$

$n_з \to max$, при условии

$$b_б = n_з \cdot z_з. \tag{8}$$



а) *б*)

Рис. 1. Схема к определению параметров бича: *а* – зубчатая форма кромки бича; *б* – схема к определению уплотняющей способности бича и параметров зуба

Уплотняющую способность бича рассмотрим в виде (рис. 1, *б*):

$$\varepsilon = \frac{V_и}{V_д} = \frac{b_б \cdot a_б \cdot h_{ст}}{n_з \cdot \left(2 \cdot \frac{h_{ст} - h_п + h_{ст} - h_п + h_з}{2} \cdot \frac{z_з}{2}\right) \cdot a_б} = \frac{2 \cdot h_{ст}}{2 \cdot (h_{ст} - h_п) + h_з}. \quad (9)$$

Для определения верхней границы варьирования величины $h_з$ рассмотрим полученное нами выражение (9), как функцию уплотняющей способности бича от проникающей его способности $\varepsilon(h_п)$. С учетом условия (6) вычислим соответствующий предел при $h_п \to h_{ст}$

$$\lim_{h_п \to h_{ст}} \varepsilon(h_п) = \lim_{h_п \to h_{ст}} \frac{2 \cdot h_{ст}}{2 \cdot (h_{ст} - h_п) + h_з} = \frac{2 \cdot h_{ст}}{h_з}. \quad (10)$$

Результат вычисления предела (10) можно интерпретировать следующим образом – максимально возможная высота зуба эластичной кромки бича недолжна превышать $2 \cdot h_{ст}$ с точки зрения его проникающей способности в слой стеблей и необходимого уплотнения для эффективной его работы.

Таким образом, для того чтобы $\varepsilon > 1$, необходимо выполнение условия:

$$h_з < 2 \cdot h_{ст}. \quad (11)$$

Что бы обосновать геометрические параметры зуба эластичной поверхности бича рассмотрим графическое представление такого зуба в виде равнобедренного треугольника *EFG* с привязкой его вершин к прямоугольной декартовой системе координат (рис. 1, *б*).

Пусть $EF = EG = a_з$; $FG = z_з$; $OF = h_з$, где $z_з \le h_з$. Введем обозначение $\angle GEF = \angle \alpha_з$.

Не трудно заметить, что точка $E(z_з/2;0)$, а точка $F(0;h_з)$. Тогда вектор $\overrightarrow{EF}(-z_з/2; h_з)$, а его длина

$$\left|\overrightarrow{EF}\right| = \sqrt{\frac{z_з^2}{4} + h_з^2} = \frac{1}{2}\sqrt{z_з^2 + 4 \cdot h_з^2}.$$

Таким образом, образующая зуба равна:

$$a_з = \frac{1}{2}\sqrt{z_з^2 + 4 \cdot h_з^2}. \quad (12)$$

Из прямоугольного треугольника *FE'E* выразим $tg(\alpha_з/2)$:

$$tg\left(\frac{\alpha_з}{2}\right) = \frac{z_з}{2 \cdot h_з}. \quad (13)$$

Тогда $2 \cdot h_з = \frac{z_з}{tg(\alpha_з/2)}$, а равенство (12) можно переписать в виде:

$$a_з = \frac{1}{2}\sqrt{z_з^2 + \left(\frac{z_з}{tg\left(\frac{\alpha_з}{2}\right)}\right)^2} = \frac{z_з}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_з}{2}\right)}, \quad (14)$$

при условии, что $\alpha_з \in [0; \pi/2]$.

Проанализируем формулу (14) на основании условия $2 \cdot a_з \to max$, или $a_з \to max$. Учтем, что для эффективного разуплотнения слоя стеблей в ленте и обеспечения необходимой проникающей способности зуба $z_з$ должно быть соизмеримым с диаметром коробочки $d_к$, поэтому примем $z_з = d_к$. Тогда графическая зависимость изменения образующей зуба $a_з$ от угла при его вершине $\alpha_з$ ($\angle FEG$) имеет следующий вид (рис. 2).

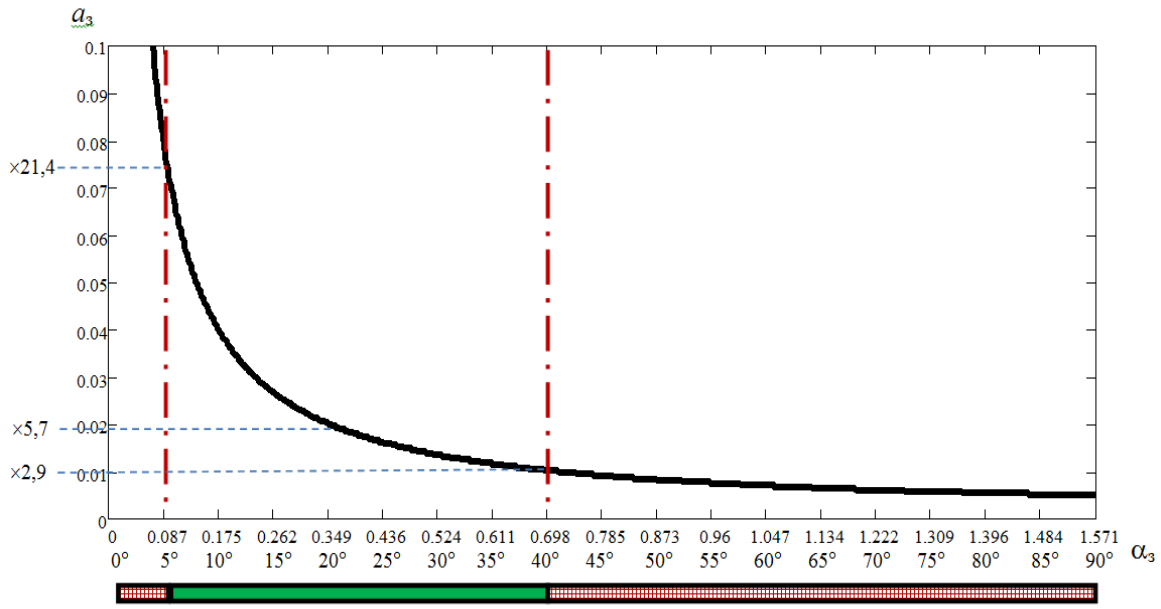


Рис. 2. Зависимость изменения образующей зуба $a_з$ от угла при его вершине $\alpha_з$

Графическая зависимость (рис. 2) показывает, что при изменении $\alpha_з \in [0°;5°]$ величина образующей зуба $a_з$ резко увеличивается, при этом высота зуба приближается к $2 \cdot h_{ст}$, величине, при которой зуб работает неэффективно, с точки зрения его уплотняющей способности. Можно заметить также, что при изменении $\alpha_з \in [40°;90°]$ величина $2a_з$ уменьшается в 2,0…2,9 раза, при невысокой его проникающей способности. Наиболее рациональным изменением угла $\alpha_з$ является отрезок $\alpha_з \in [5°;40°]$. В этом диапазоне длина линии соприкосновения с материалом увеличивается в 3…21 раза, высота зуба приближается к $h_{ст}$ и заведомо обеспечивается необходимая уплотняющая способность эластичной поверхности.

При этом высоту зуба можно определить на основании формулы:

$$h_з = \frac{z_з}{2 \cdot tg\left(\frac{\alpha_з}{2}\right)} \tag{15}$$

Тогда минимальную высоту зуба эластичной поверхности бича можно определить из условия, что для обеспечения эффективного обмолота в конце рабочего хода бича семенная коробочка льна не должна свободно проходить в межзубовом пространстве его эластичной поверхности. В нашем случае $z_з = d_к$.=0,007 м, угол $\alpha_з$ = 40° (или $\alpha_з$ = 0,698 рад.). Подставив эти значения в формулу (15), получим:

$$h_з^{(наим)} = \frac{z_з}{2 \cdot tg\left(\frac{\alpha_з}{2}\right)} = \frac{0,007}{2 \cdot 0,364} = 0,0096\,м.$$

Таким образом, для обеспечения эффективной работы зубчатой эластичной поверхности бича необходимо рассмотреть следующие диапазоны изменения ее параметров: угол $\alpha_з$: от 5° до 40°; высота зуба $h_з$: от 0,0096 м до 0,05 м; основание зуба $z_з = d_к$.

Изменение параметров в указанных границах позволит обеспечить следующие условия: 1) $\varepsilon > 1$; 2) $h_п \to h_{ст}$; 3) $2 \cdot a_з \in [3;21]$, а значит, позволит повысить эффективность работы эластичного рабочего органа при обмолоте лент льна в линии первичной переработки.

Для уточнения рациональных значений высоты зуба рабочей поверхности бича были проведены однофакторные исследования на специально разработанной лабораторной установке, устройство и принцип работы которой были подробно изложены в работе [9]. Для проведения эксперимента были изготовлены пять образцов эластичного бича с различными значениями высоты зуба от 0,01 м до 0,05 м с шагом 0,01 м, при фиксированном значении основания зуба ($z_з$ = 0,007 м). В качестве результирующих параметров были приняты степень обмолота ($E_{об}$) и степень травмирования стеблей $C_п$.

Опыты проводились при фиксированных следующих параметрах: частота вращения рабочего органа – 2,5 об/с; угол установки рабочего органа относительно плоскости ленты льна удерживаемой зажимным транспортером – 0,87 рад (50°); средняя высота слоя ленты льна в зоне обмолота – 0,03 м; скорость подачи ленты льна 1,5 м/с; зазор между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) 0,01 м.

По результатам проведенных экспериментов по определению рационального значения высоты зуба рабочей поверхности эластичного бича были получены характеризующие зависимость степени обмолота ($E_{об}$) и степени повреждения стеблей льна ($C_п$) от величины высоты зуба ($h_з$). Полученные данные были аппроксимированы логарифмически кривыми (рис. 3).

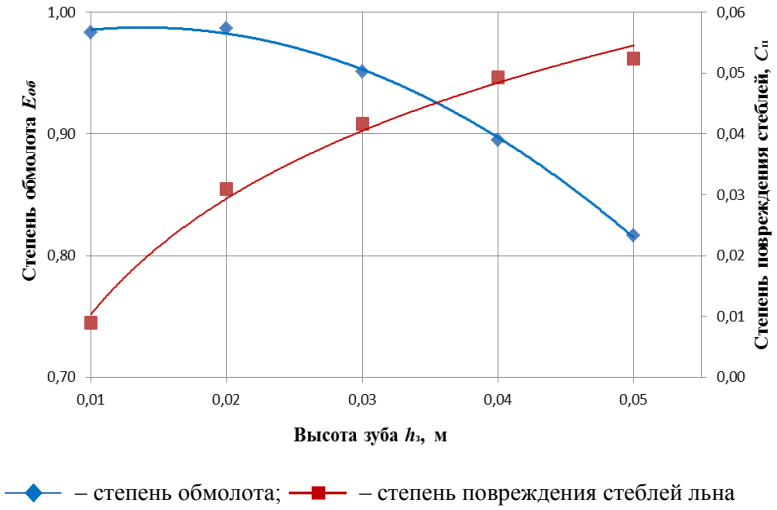


Рис. 3. График зависимости степени обмолота $E_{об}$ и степени повреждения стеблей льна $C_п$ от высоты зуба $h_з$

Анализируя графическую зависимость (рис. 3), следует отметить, что наилучшие показатели степени обмолота E были получены при значениях высоты зубьев бича 0,01…0,025 м. С увеличением высоты зубьев степень обмолота снижается, что объясняется снижением уплотняющей способности бича у верхушечной части стеблей льна, а также нестабильным поведением самих зубьев. Зубья бича при $h_з$=0,04…0,05 м эффективно работают в начале зоны обмолота, однако по мере продвижения к верхушечной части их эффективность снижается, кроме того они отклоняются от своей оси изменяя при этом межзубовое пространство, что приводит к огрехам работы бича.

Наименьшее значение степени повреждения стеблей льна $C_п$ было получено при высоте зубьев 0,01 м. По мере увеличения высоты зубьев бича степень повреждения стеблей увеличивается, что связано с защемлением стеблей в межзубовом пространстве у основания зубьев. Также наблюдается выдергивание стеблей из зажимного транспортера их обрыв и намотка на рабочий орган. При высоте зубьев $h_з$=0,02 м степень травмирования составляет 3,1 %, что превышает значение, установленное регламентом (3,0 %) [10].

Заключение

Установлено, что наиболее эффективной формой рабочей поверхности эластичного рабочего органа, с точки зрения уплотняющей и проникающей способности, является зубчатая с треугольным профилем зубьев. Получена зависимость для определения высоты зуба (15). Определены рациональные интервалы варьирования параметров зубчатой поверхности бича: угол $\alpha_з \in [5°…40°]$, высота зуба $h_з \in [0,0096…0,05$ м], при фиксированном основании зуба $z_з = d_к$.

По результатам проведенного эксперимента установлено, что условиям работы предусмотренным отраслевым регламентом возделывания и уборки льна-долгунца (степени обмолота не менее 98 % и степени повреждения стеблей льна не более 3,0 %) удовлетворяет величина зубьев $h_з$=0,01…0,02 м, а значит для дальнейших исследований эту величину целесообразно зафиксировать на уровне $h_з$=0,015 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.

2. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №4. – С. 174–180.

3. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 112–117.

4. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.

5. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК A01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № u 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.

6. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК A01F 11/02 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110745; заявл. 29.09.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.

7. Устройство для обмолота коробочек льна: пат. 8494 Респ. Беларусь, МПК A01F 11/02 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110746; заявл. 29.09.11; опубл. 04.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 177.

8. Курзенков, С. В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 154–159.

9. Левчук, В. А. Результаты экспериментальных исследований обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна / В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 149–155.

10. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – 12 с.

УДК 631.361.42

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОЛОТИЛЬНОГО ЗАЗОРА ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: baa_bgd@tut.by

(Поступила в редакцию 25.02.2022)

Обеспечение льноводческих хозяйств семенами высоких посевных кондиций районированных сортов, которые наиболее полно соответствуют почвенно-климатическим условиям республики, приобретают особую значимость. По причине низкой всхожести и урожайности льносемян практически все льносеющие хозяйства вынуждены производить пригодные для посева семена. Несмотря на то, что основной технологией получение посевного материала является комбайновая, риски потери урожая из-за неблагоприятных погодных условий вынуждают изыскивать дополнительные резервы получения семенного материала. Одним из таких резервов может стать выделение семян льна из льнотресты в процессе очеса (обмолота) в линии первичной переработки льна. Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс обмолота. От уровня его совершенства, зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции.

С целью получения семян в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем (молотильном) зазоре (между сепарирующей решеткой и эластичным зубчатым бичом). От правильно выставленного молотильного зазора между бичом и декой зависит не только полнота отделения семенной части от стеблей, но степень травмирования семян льна, а значит и возможность применения их в качестве посевного материала.

В статье получены аналитическая зависимость позволяющая определить предельную величину сжатия семенной коробочки льна, с точки зрения нетравмирования семян находящихся в ней, и аналитическая зависимость для определения минимального значения молотильного зазора между бичом и декой разработанного в УО БГСХА обмолачивающего устройства с эластичны рабочим органом в линии первичной переработки льна. Установлено, что молотильный зазор зависит от диаметра семенной коробочки льна, количества семян в коробочке и их размеров. Разработана методика определения величины минимального зазора между бичом и декой исходя из условия нетравмирования семян.

Ключевые слова: *лен, обмолачивающее устройство, коробочки льна, молотильный зазор, семена льна, объем материала, бич, дека.*

Providing flax-growing farms with seeds of zoned varieties with high sowing standards, which most fully correspond to the soil and climatic conditions of the republic, is of particular importance. Due to the low germination and yield of flaxseeds, almost all flax-sowing farms are forced to produce seeds suitable for sowing. Despite the fact that the main technology for obtaining seed material is a combine harvester, the risks of crop loss due to adverse weather conditions force us to seek additional reserves for obtaining seed material. One of such reserves can be the separation of flax seeds from flax straw in the process of stripping (threshing) in the line of primary flax processing. The fundamental technological process for obtaining seeds is the threshing process. The size of the harvest, the size of losses, the quality of flax products depend on the level of its perfection.

In order to obtain seeds in the primary processing line, a threshing device has been developed at BSAA that combines the combined stripping and flattening effect of an elastic working body (bar) when interacting with the top part of the flax tape located in the working (threshing) gap (between the separating grate and the elastic toothed bar). Not only the completeness of the separation of the seed part from the stems, but the degree of injury to the flax seeds, and hence the possibility of using them as a seed depends on the correctly set threshing gap between the bar and the deck.

The article obtained an analytical dependence that allows to determine the limiting value of compression of a flax seed pod, from the point of view of non-injury to the seeds located in it, and an analytical dependence to determine the minimum value of the threshing gap between the bar and the deck of a threshing device with an elastic working body in the primary flax processing line developed at the Belarusian State Agricultural Academy. It has been established that the threshing gap depends on the diameter of the flax seed pod, the number of seeds in the pod and their size. A technique has been developed for determining the minimum gap between the bar and the deck based on the condition of seed non-injury.

Key words*: flax, threshing device, flax bolls, threshing gap, flax seeds, material volume, bar, deck.*

Введение

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особую значимость приобретает обеспечение хозяйств высоко кондиционными семенами районированных сортов, которые наиболее полно соответствуют почвенно-климатическим условиям республики [1].

По причине низкой всхожести и урожайности льносемян практически все льносеющие хозяйства вынуждены производить пригодные для посева семена [1, 2]. Для этого уборку льна необходимо проводить в фазе желтой спелости, когда основная масса семян полностью созреет. Кроме того, влажность семенных коробочек в фазе желтой спелости примерно в два раза ниже, чем в ранней желтой, стремление уменьшить затраты топлива на сушку вороха также вынуждает сдвигать технологию комбайновой уборки льна на более поздние сроки. Вместе с тем, возникают риски потери части урожая связанные с погодными условиями [3]. И хотя последние несколько лет погода способствовала

проведению уборочных работ, опыт предыдущих лет показал, что применение одной технологии уборки грозит существенной потерей урожая [4, 5]. В таком случае одним из резервов получения дополнительного семенного материала пригодного для посева может стать выделение его из льнотресты в процессе очеса (обмолота) в линии первичной переработки льна.

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей. От уровня его совершенства, зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха [1].

По заводской технологии уборки и первичной переработки льна-долгунца обмолот (очес) коробочек со стеблей льна осуществляется в линиях первичной переработки льна Van Dommele или Depoortere [2, 6, 7].

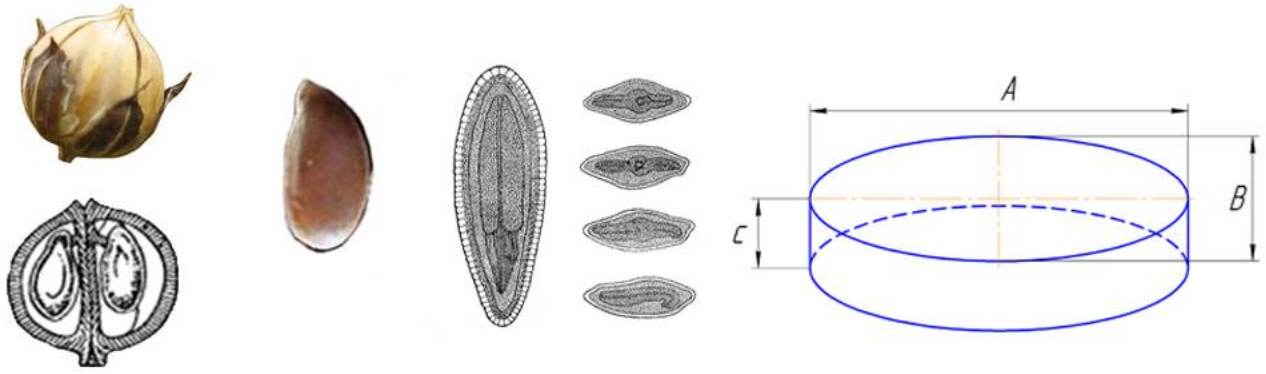
В целях повышения качества отделения семенной части от стеблей в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство, сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем (молотильном) зазоре (между сепарирующей решеткой и эластичным зубчатым бичом) [8, 9, 10, 11]. От правильно выставленного молотильного зазора между бичом и декой зависит не только полнота отделения семенной части от стеблей, но и степень травмирования семян льна, а значит и возможность применения их в качестве посевного материала.

Таким образом, целью исследований является обоснование молотильного зазора между бичом и декой обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна с учетом морфологических особенностей коробочек и семян льна.

Основная часть

Для обоснования зазора между бичом и декой воспользуемся сведениями из биологии о форме, составе и структуре семенных коробочек льна и ее семенах.

Известно [12, 13], что семенная коробочка льна представляет собой шаровидную мелкую коробочку (рис. 1, *а*) длинной 6,1…8,3 мм, шириной 5,7…6,8 мм. Она пятигнездная. Каждое гнездо разделено неполной перегородкой по два полугнезда, содержащих по одному семени. Поэтому в семенной коробочке льна обычно находится до десяти семян. Установлено [12, 13], что в производственных посевах число нормально развитых семян колеблется от 6 до 10 шт.



а) *б*) *в*)

Рис. 1. Обоснование модели льняного семя: *а* – общий вид и продольный разрез семенной коробочки льна; *б* – общий вид, продольный разрез и поперечные срезы семян через зародыш; *в* – модель льняного семя

В свою очередь льняное семя имеет овальную форму с несколько суженым и слегка изогнутым носиком (рис. 1, *б*).

Размеры льняного семя изменяются в следующих пределах [12, 13]: длина – 3,2…4,8 мм, ширина – 1,5…2,2 мм, толщина – 0,5…1,2 мм.

С учетом вышеприведенных сведений о коробочке льна и ее семенах, задачу определения границ варьирования зазора вежду бичом и декой сведем к оценке предельной возможной величины сжатия коробочки льна с учетом щадящего воздействия на суммарный объем семян в ней.

Для этого представим семенную коробочку льна в виде тела шаровидной формы с диаметром $d_к$, а льняное семя, как цилиндрическое тело толщиной c, с эллипсом в основании и большей осью a и меньшей – b (рис. 1, *в*).

Тогда уравнение семени может быть записано в виде:

$$\begin{cases} \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 1; \\ 0 \le z \le c, \end{cases} \tag{1}$$

где $a = A/2$ – большая полуось основания семени, м; $b = B/2$ – меньшая полуось основания семени, м; c – толщина семени, м.

С учетом (1) объем семени можно оценить по формуле:

$$V_{\text{с}} = \frac{4 \cdot b \cdot c}{a} \int_0^a \sqrt{a^2 - x^2}\, dx\,. \tag{2}$$

Предположим, что таких семян в коробочке льна $n_{\text{с}}$ штук. Тогда суммарный объем, занимаемый в коробочке семенами, можно найти из выражения:

$$V_{\text{с.общ}} = V_{\text{с}} \cdot n_{\text{с}}\,, \tag{3}$$

где $n_{\text{с}}$ – количество семян в коробочке льна, шт.

Поскольку семена льна внутри коробочки ориентированы вертикально по длине, располагаются у продольной оси коробочки и в целом вписываются в некоторую сферу. Тогда с некоторым допущением суммарное содержимое семян в коробочке льна можно представить в виде шара с объемом, который может быть вычислен по формуле:

$$V_{\text{с.общ}} = \frac{4}{3}\pi \cdot R^3_{\text{с.общ}}\,. \tag{4}$$

Выразив из (4) радиус такого шара, получим:

$$R_{\text{с.общ}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{V_{\text{с.общ}}}{\pi}}\,. \tag{5}$$

Тогда в качестве предельной возможной величины сжатия коробочки льна, с точки зрения нетравмируемости семян можно принять:

$$\Delta_{\text{кz}} = d_{\text{к}} - 2 \cdot R_{\text{с.общ}}\,. \tag{6}$$

С учетом (6) минимальный зазор между бичом и декой определим по зависимости:

$$\Delta_{\min} = d_{\text{к}} - \left(d_{\text{к}} - 2 \cdot R_{\text{с.общ}}\right),$$

$$\Delta_{\min} = 2 \cdot R_{\text{с.общ}}\,. \tag{7}$$

Продемонстрируем пример расчета определения минимального допустимого зазора между бичом и декой в математическом пакете MathCad (рис. 2).

Предположим, что диаметр семенной коробочки льна, находящейся в молотильном зазоре между бичом и декой $d_{\text{к}}$ = 0,007 м, а размеры семян: длина A = 0,0046 м, ширина B = 0,002 м, высота C = 0,0011 м.

При этом, по формуле (2) объем одного семени составит $V_{\text{с}} = 7{,}948 \cdot 10^{-9}$ м^3, а суммарный объем семян в коробочке льна при среднем количестве семян в ней $n_{\text{с}} = 8$ шт. согласно (3) составит $V_{\text{с.общ}} = 6{,}359 \cdot 10^{-8}$ м^3.

Тогда радиус, шара общего объема семян в коробочке:

$$R_{\text{с.общ}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{7{,}948 \cdot 10^{-9}}{3{,}14}} = 2{,}476 \cdot 10^{-3}\text{, м.}$$

Предельная возможная величина сжатия коробочки льна, согласно зависимости (6), составит:

$$\Delta_{\text{кz}} = 0{,}007 - 2 \cdot 2{,}476 \cdot 10^{-3} = 2{,}048 \cdot 10^{-3}\ \text{м.}$$

Минимальный зазор между бичом и декой согласно зависимости (7) составит:

$$\Delta_{\min} = 2 \cdot 2{,}476 \cdot 10^{-3} = 4{,}952 \cdot 10^{-3}\ \text{м.}$$

Учитывая, что длина семени, принятого в расчетах A = 0,0046 м, меньше полученного в результате расчета минимального зазора $\Delta_{\min}$=0,0049 м, то его повреждение исключено.

Результаты модели (7) с учетом зависимостей (2–5) позволяют, исходя из размеров коробочек и семян льна, определить минимальный допустимый зазор между бичом и декой из условия нетравмирования семян льна.

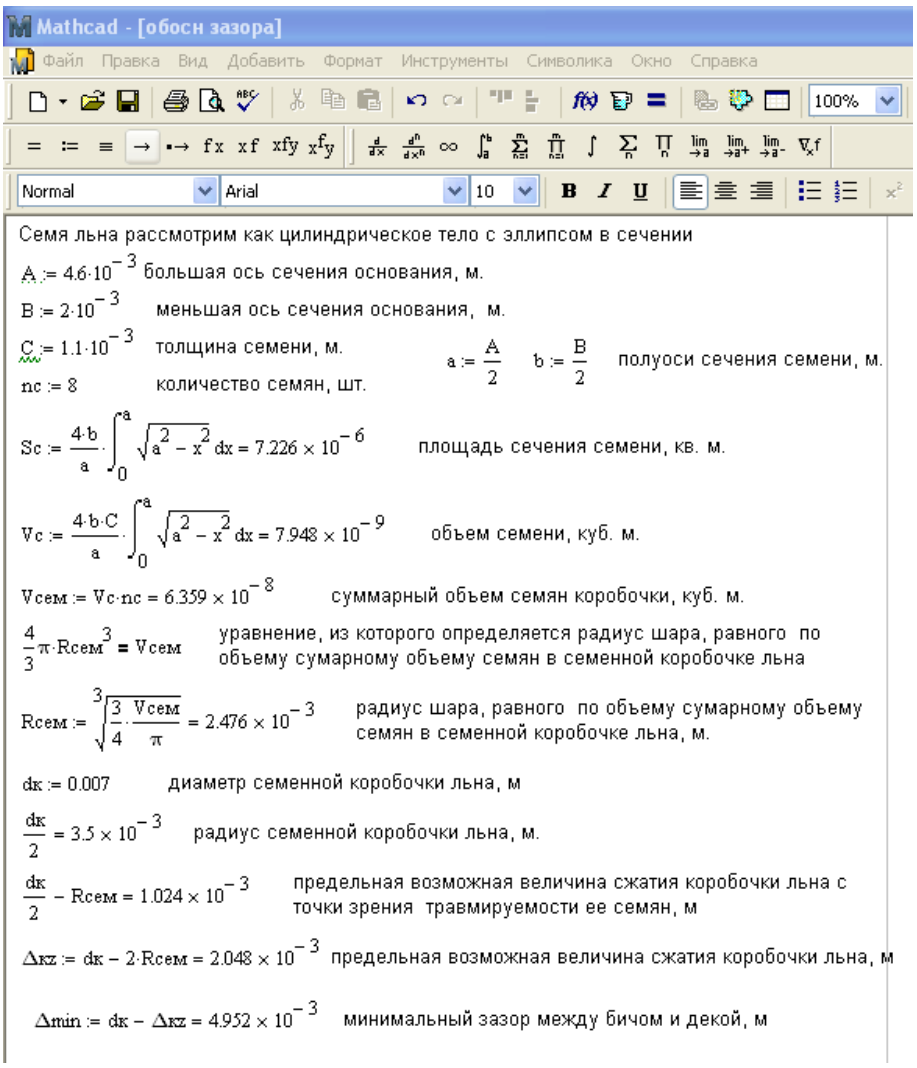


Рис. 2. Блок исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad определения минимального допустимого зазора между бичом и декой.

Заключение

Получены аналитическая зависимость позволяющая определить предельную величину сжатия семенной коробочки льна, с точки зрения нетравмирования семян находящихся в ней, и аналитическая зависимость для определения минимального значения молотильного зазора между бичом и декой разработанного в УО БГСХА обмолачивающего устройства с эластичны рабочим органом в линии первичной переработки льна. Установлено, что молотильный зазор зависит от диаметра семенной коробочки льна, количества семян в коробочке и их размеров.

Разработана методика определения величины минимального зазора между бичом и декой исходя из условия нетравмирования семян.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики обоснования зазора между бичом и декой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.

2. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 137–141.

3. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.

4. Аврал на Гомельщине: тысячи чиновников, студентов, работников школ отправляют вручную убирать лен Onlíner. – Режим доступа: https://people.onliner.by/2017/11/02/len-3. – Дата доступа: 20.03.2022 г.

5. Почему лен поднимают руками – репортаж с завода, куда собирается Лукашенко [Электронный ресурс]: Sputnik. Режим доступа: https://sputnik.by/20190823/Poka-zarplaty-slabenkie-kak-lnozavod-pod-Dyatlovo-pytaetsya-stat-uspeshnym-1042507591.html. Дата доступа: 20103.2022 г.

6. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №4. – С. 174–180.

7. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц, 2015 // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – № 3. – С. 112–117.

8. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.

9. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № u 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.

10. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110745; заявл. 29.09.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.

11. Устройство для обмолота коробочек льна: пат. 8494 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110746; заявл. 29.09.11; опубл. 04.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 177.

12. Комплексная механизация возделывания и уборки льна / А. В. Писарчик [и др.]. Минск: Ураджай, 1983. – 127 с.

13. Соловьев, А. Я. Льноводство / А. Я. Соловьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

УДК 637.116.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ МОЛОКА

А. В. КИТУН

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: ktmg@batu.edu.by

В. И. ПЕРЕДНЯ

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь, 220049

П. Ю. КРУПЕНИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: pavel@krupenin.com

В. Г. ФИЛАТОВ

ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш», г. Бобруйск, Республика Беларусь, 213822

(Поступила в редакцию 03.03.2022)

Для охлаждения и хранения молока на животноводческих фермах и комплексах используются холодильные установки различных конструкций. Установки емкостного типа представляют собой резервуары с двойными стенками из нержавеющей стали, внутри которых находится охлаждаемое молоко. Снаружи резервуар имеет герметичную обшивку и термоизолирующую рубашку. Между емкостью и обшивкой перетекает хладагент, при использовании технологической схемы с непосредственным охлаждением молока, или хладоноситель в виде ледяной воды или раствора гликоля. Посредством теплообмена через металлическую стенку хладагент или хладоноситель отбирает тепло у молока, которое, с целью равномерного охлаждения, перемешивается в емкости специальной мешалкой. Ввиду различий в конструктивно-технологических схемах применяемых холодильных машин при формировании линии охлаждения и хранения молока на животноводческих фермах и комплексах важно выбрать оптимальный тип и параметры холодильного агрегата.

В статье рассмотрены особенности конструктивно-технологических схем установок для охлаждения молока KRYOS (WestfaliaSurge), Г6-ОРМ-2500, УНОМ-1200. Проанализированы технические характеристики резервуаров-охладителей молока и холодильных агрегатов, на основании чего установлено, что вследствие применения широкой номенклатуры оборудования для охлаждения и хранения молока подбор оптимальной модели должен осуществляться на основании технологических расчетов. Предложена методика расчета параметров линии охлаждения и промежуточного хранения молока на ферме, учитывающая продуктивность животных, технологический режим доения коров и график отправки молока с фермы на перерабатывающее предприятие. Предлагаемая методика может быть использована для оптимизации технологической линии охлаждения и хранения молока на ферме посредством обоснования рациональной вместимости резервуара, в результате чего танк-охладитель будет использоваться с наибольшей эффективностью.

Ключевые слова: *охлаждение молока, техническое обеспечение процессов в животноводстве, резервуар-охладитель молока, холодильная установка, оптимизация, методика.*

For cooling and storage of milk on livestock farms and complexes, refrigeration units of various designs are used. Tank-type units are stainless steel double-walled tanks containing cooled milk. Outside, the tank has a sealed casing and a thermally insulating jacket. A refrigerant flows between the container and the casing, when using a technological scheme with direct cooling of milk, or a refrigerant in the form of ice water or a glycol solution. By means of heat exchange through the metal wall, the refrigerant or coolant removes heat from the milk, which, for the purpose of uniform cooling, is mixed in a container with a special mixer. Due to the differences in the design and technological schemes of the refrigeration machines used in the formation of the line for cooling and storing milk on livestock farms and complexes, it is important to choose the optimal type and parameters of the refrigeration unit.

The article discusses the features of structural and technological schemes for milk cooling plants KRYOS (WestfaliaSurge), G6-ORM-2500, UNOM-1200. The technical characteristics of milk cooling tanks and refrigeration units were analyzed, on the basis of which it was established that due to the use of a wide range of equipment for cooling and storing milk, the selection of the optimal model should be carried out on the basis of technological calculations. A method for calculating the parameters of the cooling line and intermediate storage of milk on a farm is proposed, taking into account the productivity of animals, the technological mode of milking cows and the schedule for sending milk from the farm to the processing plant. The proposed method can be used to optimize the milk cooling and storage process line on a farm by justifying the rational capacity of the tank, as a result of which the cooling tank will be used with the greatest efficiency.

Key words: *milk cooling, technical support of processes in animal husbandry, milk cooling tank, refrigeration unit, optimization, methodology.*

Введение

Предприятия животноводческого комплекса представляют собой сложную систему, состоящую из совокупности взаимосвязанных элементов, между которыми установлены функциональные связи и

отношения. До недавнего времени производители животноводческой продукции не придавали серьезного значения созданию специальных систем, позволяющих оптимизировать управление технологическими процессами на предприятии, в т. ч. процессом первичной обработки молока, включающем такие основные операции, как очистка, охлаждение и промежуточное хранение молока.

Получение в условиях хозяйств молока наивысшего сорта является одним из наиболее важных условий рентабельности его производства. Отсюда понятно, насколько важна его первичная обработка в условиях хозяйств.

Для охлаждения и хранения молока на животноводческих фермах и комплексах используются холодильные установки. Они представляют собой емкости с двойными стенками из нержавеющей стали, внутри которых находится охлаждаемое молоко. Снаружи емкости имеют герметичную обшивку и термоизолирующую рубашку. Между емкостью и обшивкой перетекает хладагент, при использовании технологической схемы с непосредственным охлаждением молока, или хладоноситель в виде ледяной воды или раствора гликоля. Посредством теплообмена через металлическую стенку хладагент или хладоноситель отбирает тепло у молока, которое перемешивается в емкости специальной мешалкой [1].

Ввиду различий в конструктивно-технологических схемах применяемых холодильных машин при формировании линии охлаждения и хранения молока на животноводческих фермах и комплексах важно выбрать оптимальный тип и параметры холодильного агрегата [3, 4].

Основная часть

Резервуары-охладители молока – наиболее совершенное технологическое оборудование молочных ферм, обеспечивающее глубокое охлаждение молока и его хранение в охлажденном виде в условиях ферм. Данное оборудование подразделяются на резервуары с автономной системой охлаждения и непосредственным охлаждением. Резервуары-термосы в отличие от резервуаров-охладителей не имеют водяных рубашек, обеспечивающих циркуляцию охлаждающей жидкости. Они имеют только термоизоляцию, обеспечивающую хранение в них охлажденного продукта.

Технологический процесс резервуара-охладителя молока состоит из следующих стадий: заполнение молочной ванны молоком, охлаждение молока с перемешиванием, хранение молока, опорожнение молочной ванны, промывка и дезинфекция. Управление технологическими процессами может осуществляться в автоматическом и ручном режимах при помощи распределительного шкафа и ящика управления. Рассмотрим в качестве примера общее устройство некоторых моделей холодильных машин. Резервуар-охладитель KRYOS (WestfaliaSurge) (рис. 1) предназначен для сбора, охлаждения молока с +35 до +4 °С и его последующего хранения при температуре +4…+6 ^{0}С до передачи на перерабатывающее предприятие.

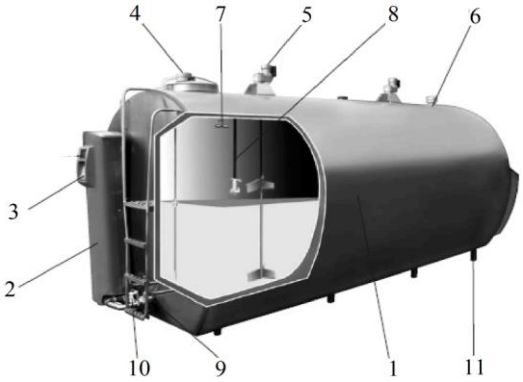


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема резервуара-охладителя молока KRYOS:
1 – резервуар; *2* – устройство управления и промывки; *3* – модуль управления с электронным индикатором уровня наполнения; *4* – заливная горловина с крышкой; *5* – двигатель перемешивающего механизма; *6* – вентиляционное отверстие; *7* – разбрызгивающая головка; *8* – самовращающаяся разбрызгивающая головка; *9* – сливной клапан; *10* – слив промывочной воды; *11* – регулируемые опоры

Резервуар-охладитель молока Г6-ОРМ-2500 (рис. 2) имеет термоизоляцию, обеспечивающую постоянство температуры (повышение температуры холодного молока при отключении электричества составляет не более 1 °С за 4 часа). Холодильные агрегаты, устанавливаемые на резервуарах-охладителях молока, работают на хладагенте R22 (фреон). Резервуар-охладитель молока имеет автоматическую систему промывки после опорожнения от молока.

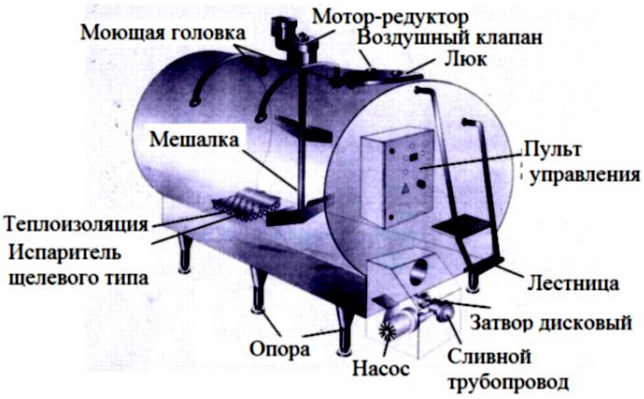


Рис. 2. Составные элементы резервуара-охладителя молока Г6-ОРМ-2500

Установка охлаждения молока УНОМ-1200 (рис. 3) открытого типа, работающая по принципам непосредственного и промежуточного охлаждения. Установка является стационарной и предназначена для сбора, интенсивного охлаждения и хранения молока при пониженной температуре на молочных фермах и молокоперерабатывающих предприятиях при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С. Установка представляет собой емкость с двустенной оболочкой, межстенное пространство которой заполнено высокоплотным пенополиуретаном.

По сравнению с другими охладительными системами, принцип непосредственного (прямого) охлаждения обеспечивает высокую эффективность охладительной технологии в сочетании с минимальным потреблением электрической энергии.

Установки непосредственного охлаждения как открытого, так и закрытого типов, допускают смешивание молока различных партий, т. е. в резервуар, уже частично заполненный охлажденным молоком, может подаваться парное молоко, получаемое во время второй дойки. Критерием, ограничивающим смешивание молока различных партий, является продолжительность охлаждения до +4 °С молока при второй дойке, которая не должна превышать 1 часа. Грамотный подбор вместимости охладителя молока и холодопроизводительности его компрессорной установки позволяет заполнять молочный танк до полной загрузки и соответственно снижать затраты на транспортировку молока до молокоперерабатывающих предприятий [5].

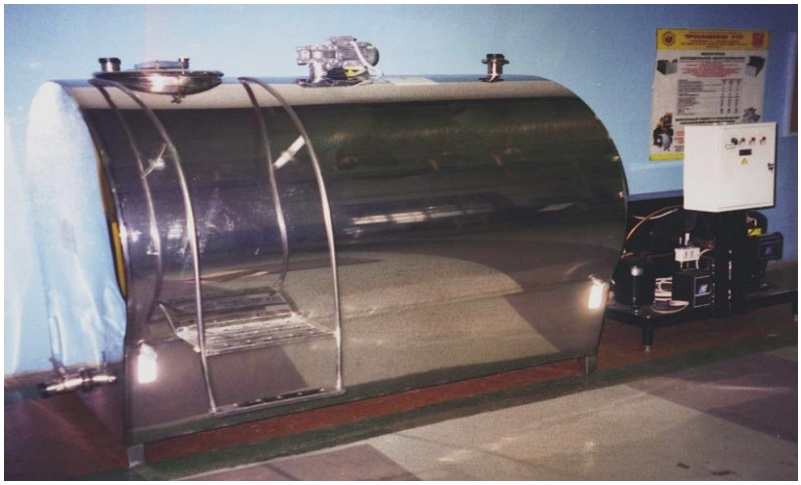


Рис. 3. Установка охлаждения молока УНОМ-1200

Техническая характеристика охладителей приведена в табл. 1, холодильных установок – в табл. 2.

Таблица 1. **Технические характеристики резервуаров-охладителей молока**

Марка	Вместимость, л	Время охлаждения при полном заполнении, ч	Установленная мощность, кВт	Масса, кг	Наличие холодильного агрегата
РПО-1,6	1600	3	1,28	400	нет
РПО-2,5	2500	3	1,28	635	нет
ОМ-3-300	320	2	1,8	180	есть
ОМ-2-250	400	2	2,3	550	есть
ТОМ-2А	1800	2,5	8,8	1560	есть
МКА2000Л-2А	2000	3	5,85	620	есть

Таблица 2. **Технические характеристики холодильных установок**

Показатели	ТХУ-14	ТХУ-23	МВТ-20-10	АВ-30
Холодопроизводительность, кВт	16,8	23	20,35	39
Теплопроизводительность, кВт	21,5	30	–	–
Потребляемая мощность, кВт	7,5	10	9,35	22
Масса, кг	550	805	770	1560

Как видно из представленного в таблицах материала, для охлаждения и хранения молока, применяется широкий ряд резервуаров-охладителей и холодильных установок. При формировании линии охлаждения и хранения молока на животноводческих фермах и комплексах важно выбрать агрегат, обеспечивающий рациональное выполнение указанного процесса [6]. Существует несколько аспектов, которые необходимо учитывать при выборе.

Выбор оборудования начитают с определения общего количество молока, подлежащего охлаждению, по формуле:

$$m_{\text{г}} = m_{\text{ср}} \Pi_{\text{д}}, \tag{1}$$

где $m_{\text{ср}}$ – средний годовой удой фуражной коровы, кг/год; $\Pi_{\text{д}}$ – поголовье коров на ферме, гол.

Тогда суточный удой молока составит:

$$m_{\text{с}}^{\max} = \frac{m_{\text{г}} K_{\text{нг}} K_{\text{с}}}{365}, \tag{2}$$

где $K_{\text{нг}}$ – коэффициент неравномерности удоя в течение года; $K_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий сухостойность коров.

Максимальный разовый удой (за одну дойку):

$$m_{\text{р}}^{\max} = \frac{m_{\text{с}}^{\max} K_{\text{нс}}}{\varphi}, \tag{3}$$

где $K_{\text{нс}}$ – коэффициент неравномерности удоя в течение суток; φ – число доек за день.

Холодильную установку выбирают по наибольшей суточной потребности (кДж) в холоде:

$$Q_{\text{х}} = m_{\text{с}} c_{\text{м}} \left(t_{\text{мн}} - t_{\text{мк}} \right), \tag{4}$$

где $m_{\text{с}}$ – максимальный суточный надой молока, кг; $c_{\text{м}}$ – удельная теплоемкость молока, кДж/(кг·°С); $t_{\text{мн}}$ – начальная температура молока, °С; $t_{\text{мк}}$ – температура охлажденного молока, °С.

Часовая загрузка (кг/ч) поточной линии для подбора оборудования по производительности определяется из соотношения:

$$m_{\text{ч}} = \frac{m_{\text{р}}^{\max}}{T_{\text{о}}}, \tag{5}$$

где $T_{\text{о}}$ – время охлаждения молока, час; время охлаждения молока не должно превышать 3 часа [6].

Расчетная тепловая мощность (кДж/ч) холодильной машины:

$$W_{\text{х}} = \frac{Q_{\text{х}}}{T_{\text{о}}}. \tag{6}$$

Потребное количество резервуаров-охладителей рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{о}} = \frac{m_{\text{с}}^{\max}}{\rho_{\text{м}} V_{\text{о}} \psi}, \tag{7}$$

где $\rho_{\text{м}}$ – плотность молока, кг/м^3; ψ – степень заполнения емкости охладителя, ψ = 0,5…0,6; $V_{\text{о}}$ – полный объем молочной ванны охладителя, м^3; объем ванны выбирают в зависимости от количества накапливаемого молока.

Для охлаждения и временного хранения молока в фермерских хозяйствах все большее применение находят танки-охладители молока вместимостью 1200, 1600 и 2000 л с автономными холодильными агрегатами.

Фактическая продолжительность процесса охлаждения молока, зависящая от мощности холодильной установки и конструктивных особенностей резервуара-охладителя (непосредственное охлаждение хладагентом или использование промежуточного хладоносителя, наличие аккумулятора холода и др.), определяется выражением:

$$\tau_м = \frac{c_м \frac{m_р^{max}}{n_о}(t_{мн} - t_{мк}) - V_{ак} c_р \rho_р (t_{рк} + t_\Delta - t_{мк})}{W_х \eta_х}, \quad (8)$$

где $V_{ак}$ – вместимость аккумулятора холода, м^3; $c_р$ – удельная теплоемкость рассола (хладоносителя), кДж/(кг·°С); $\rho_р$ – плотность рассола, кг/м^3; t_Δ – минимальная разность температур молока и рассола, 4…10 °С; $\eta_х$ – коэффициент полезного действия холодильной установки.

Параметры резервуара-охладителя должны быть подобраны таким образом, чтобы продолжительность охлаждения молока до температуры хранения не превышала 2 ч при заполнении резервуара первой партией молока и не более 1 ч при подаче в уже частично заполненный резервуар молока, получаемого во время второй дойки.

Заключение

При выборе модели охладителя молока следует учитывать суточный объем производства молока и режим его отправки с фермы на перерабатывающее предприятие. Главной задачей оптимизации технологической линии охлаждения и хранения молока на ферме является расчет рациональной вместимости резервуара, при которой танк-охладитель будет использоваться с наибольшей эффективностью.

Применение на животноводческих фермах оборудования с оптимальными параметрами мощности холодильной установки и емкости резервуара-охладителя дает возможность не только получать молоко надлежащего качества, но и избежать лишних затрат труда и электрической энергии, что в конечном результате снижает эксплуатационные затраты и повышает энергоэффективность производства продукции животноводства в хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; подгот.: С. К. Карпович [и др.]; под общ. ред. С. К. Карповича. – Минск: БГАТУ, 2015. – 124 с.

3. Мишуров Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока: науч. изд. / Н. П. Мишуров. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с.

4. Современные технологии производства продукции животноводства: рекомендации / В. К. Пестис и [др.]; под общ. ред. В. К. Пестиса, Е. А. Добрука. – Гродно: ГГАУ, 2011 – 462 с.

5. Китун, А. В. Проектирование мобильных транспортных потоков на животноводческом предприятии / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин, А. А. Романович // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 184–190.

6. Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения животноводческих объектов РНТП-1-2004: утв. Приказом М-ва сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, 15 октября 2004 г., № 446 // М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. – Минск, 2004. – 93 с.

УДК 631.36

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ЗАЖИМНОГО ТРАНСПОРТЕРА И ДЕКИ ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

В. А. ШАРШУНОВ

УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь, 212027, e-mail: mgup@mogilev.by

С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: baa_bgd@tut.by

(Поступила в редакцию 15.03.2022)

В разработанном в УО БГСХА обмолачивающем устройстве с эластичным рабочим органом линии первичной переработки льна технологический процесс обмолота определяют конструктивное исполнение и взаимное расположение основных рабочих органов таких, как зажимной транспортер, сепарирующая решетка и эластичный бич. Обмолот лент стеблей льна происходит в пространстве между бичом и декой, при этом сама лента стеблей льна удерживается зажимным транспортером. Смещение зажимного транспортера относительно траектории движения бича приводит к изменению как зоны обмолота, так и «мертвой зоны». Кроме того, воздействие бича на обрабатываемую ленту льна может привести к ее изгибу на величину больше предельного угла, что приведет к повреждению самих стеблей, а как следствие к потере урожая.

Получены аналитические зависимости позволяющие определить параметры взаимного расположения рычажного механизма и зажимного транспортера разрабатываемого обмолачивающего устройства с учетом их конструктивных параметров и технологических параметров процесса обмолота. Определена геометрическая форма сепарирующей решетки и параметры ее установки. Установлена связь параметров установки рабочих органов обмолачивающего устройства с технологическими параметрами процесса обмолота. Приведен пример расчета в математическом пакете MathCad, позволяющий определить параметры взаимного расположения зажимного транспортера, сепарирующей решетки и рычажного механизма предлагаемого обмолачивающего устройства при заданных параметрах рычажного механизма.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики проектирования разрабатываемого обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом линии первичной переработки льна и моделирования процесса обмолота.

Ключевые слова: *лен, обмолачивающее устройство, эластичный рабочий орган, лента стеблей льна, зона обмолота, зажимной транспортер, сепарирующая решетка.*

In the threshing device with an elastic working body of the flax primary processing line developed at the BE BSHA, the technological process of threshing is determined by the design and relative position of the main working bodies of such a cassette conveyor, a separating grid and an elastic scourge. The threshing of the flax stalk strips takes place in the space between the whip and the deck, while the flax stalk belt itself is held by the clamping conveyor. The displacement of the clamping conveyor relative to the trajectory of the movement of the whip leads to a change in both the threshing zone and the «dead zone». In addition, the impact of the whip on the processed flax tape can lead to its bending by an amount greater than the limiting angle, which will damage the stems themselves, and as a result, yield loss.

Analytical dependences are obtained that allow determining the parameters of the relative position of the lever mechanism and the clamping conveyor of the developed threshing device, taking into account the design and technological parameters of the lever mechanism. The geometric shape of the separating grating and the parameters of its installation are determined. The relationship between the installation parameters of the working bodies of the threshing device and the technological parameters of the threshing process has been established. An example of a calculation in the mathematical package MathCad is given, which makes it possible to determine the parameters of the relative position of the clamping conveyor, the separating grid and the lever mechanism of the proposed threshing device for given parameters of the lever mechanism.

The analytical dependencies considered in this article will form the basis of the design methodology for the developed threshing device with an elastic working body of the flax primary processing line and modeling the threshing process.

Key words*: flax, threshing device, elastic working body, line of flax stalks, threshing zone, clamping conveyor, separating grid.*

Введение

Любой технологический процесс определяется его конструкторским исполнением и взаимным расположением рабочих органов. Это утверждение справедливо можно отнести и к обмолачивающему устройству лент льна линии первичной переработки, предложенному сотрудниками УО БГСХА. Основными узлами данного обмолачивающего устройства являются: зажимной транспортер, сепарирующая решетка и эластичный бич. Их состав и принцип работы подробно рассмотрены в источниках [1–3].

Эффективность работы разрабатываемого обмолачивающего устройства обеспечивается максимальной величиной степени обмолота (очесывания и разрушения семенных коробочек) ленты льна в зоне обмолота [4], что предполагает воздействие бича по всей ширине расположения семенных коробочек в ленте. Лента стеблей льна, подаваемая на обмолот, неоднородна и имеет отклонения по ее

ширине. Ее неоднородность зависит от длины стеблей льна. Также установлено [5], что участок расположения семенных коробочек льна в ленте по ее ширине изменяется в широком диапазоне.

Основная часть

Лента льна, подаваемая на обмолот, представляет собой слой стеблей, длина которых находится в пределах 0,7…1,2 м. Стебли льна в ленте смещены друг относительно друга, это смещение характеризуется растянутостью ленты льна [6]. Кроме того, в ленте имеется относительный перекос стеблей.

Технологическим процессом предусматривается зажатие обмолачиваемой ленты льна зажимным транспортером на расстоянии $L_{кс}$ = 0,2...0,25 м от комлевой части стеблей (рис. 1), часть ленты непосредственно удерживается транспортером $L_{зт}$ = 0,15 м, а это значит, что изменению (в зависимости от урожая и растянутости стеблей в ленте) подвержена часть ленты льна $L_{об}$, в пределах которой расположена зона семенных коробочек $L_{ск}$ величина которой изменяется от 0,2 до 0,35 м (по некоторым источником она может составлять 0,2…0,5 м) [4, 7]. Чем больше зона расположения семенных коробочек в ленте $L_{ск}$, тем меньше остается расстояние от зажимного транспортера до нее. А это значит, что зона воздействия бича на ленту должна быть максимально приближена к зажимному транспортеру.

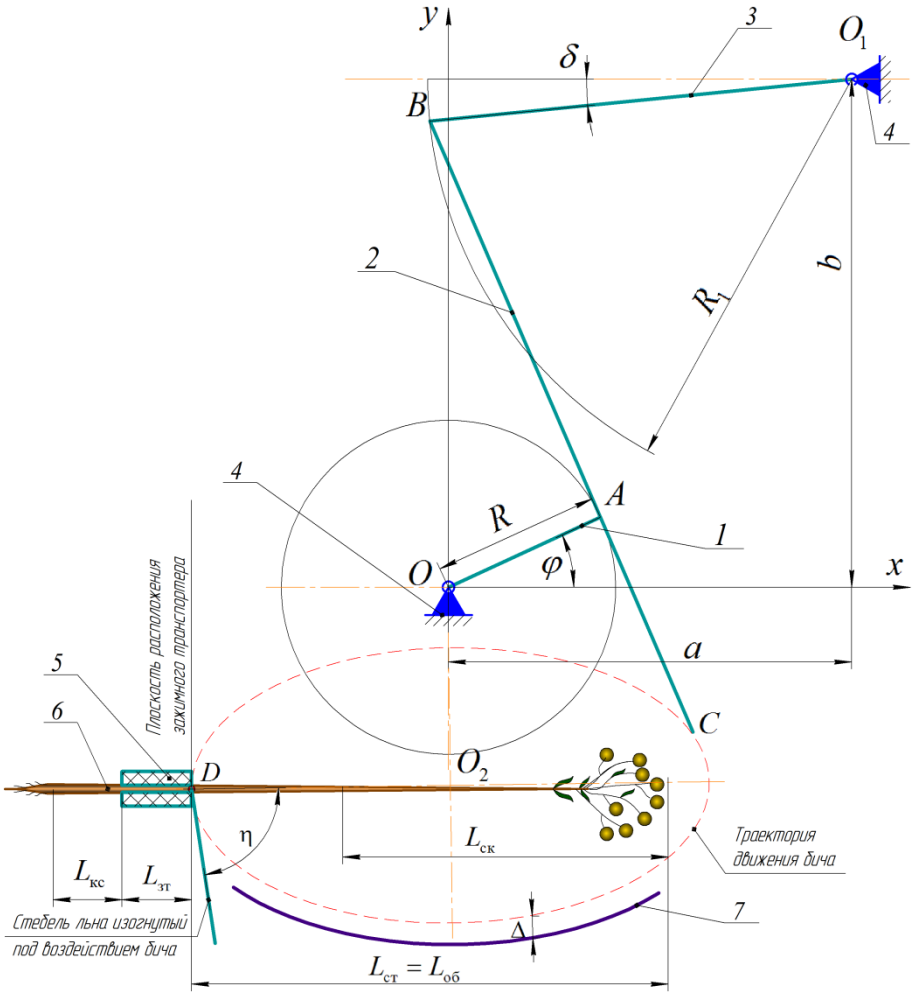


Рис. 1. Общая схема устройства: *1* – кривошип; *2* – шатун; *3* – коромысло, *4* – стойка; *5* – зажимной транспортер: *6* – лента стеблей льна; 7 – сепарирующая решетка (дека)

Также технологическим процессом предусмотрено, что бич (точка *C* на рис. 1), движущийся по криволинейной траектории, которая должна пересекать плоскость зажатой в транспортере ленты льна с одной стороны, а с другой стороны, не должна пересекать плоскость установки зажимного транспортера (во избежание заклинивания механизма). Этому условию удовлетворяет схема (рис. 1), где траектория движения бича максимально приближена к плоскости транспортера по оси *Ox*, а по оси *Oy* своим центром лежит на линии расположения ленты льна, и начало взаимодействия бича с лентой происходит в точке *D*.

Однако в таком случае возникает опасность излома стеблей льна. Поскольку бич, двигаясь по своей криволинейной траектории, преодолевая сопротивление изгибу стеблей льна, изгибает их в точке

D на некоторый угол η. Превышение угла η его предельного значения приведет к излому, а соответственно к повреждению стеблей, что отрицательно скажется на выходе длинного волокна.

Анализируя схему (рис. 1), можно заметить, что при таком расположении бич в точке D движется вертикально вниз, а угол η стремится к 90°, что существенно превышает предельное значение угла изгиба стебля $\eta_{пред}$ = 30…43° (зависит от диаметра стебля) [8]. Решить проблему изгиба стеблей льна можно, подняв траекторию движения бича относительно линии стеблей льна, зажатых в транспортере, или отнеся ее вправо относительно зажимного транспортера. В обоих перечисленных случаях (рис. 2) возникает участок ленты льна, не подверженный воздействию рабочего органа $L_{мз}$ «мертвая зона». С точки зрения минимизации величины «мертвой зоны» $L_{мз}$, перспективнее видится сдвиг траектории движения бича вверх (рис. 2). Тем самым при минимальной «мертвой зоне» стеблей можно существенно уменьшить их угол изгиба. При этом максимальное значение угла изгиба стебля льна будет соответствовать точке P, в которой линия стеблей льна будет располагаться по касательной к траектории движения бича.

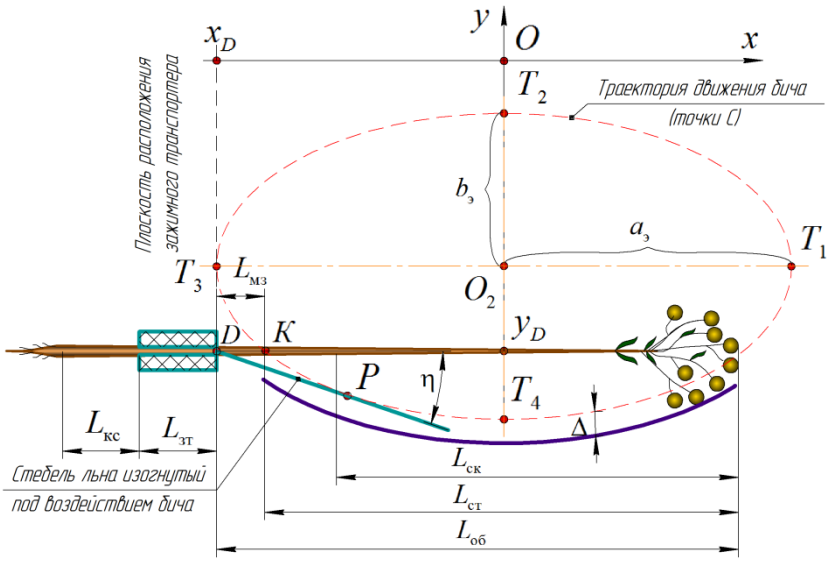


Рис. 2. Схема к определению ординаты точки D и величины «мертвой зоны» – DK

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что располагать траекторию движения бича необходимо выше линии стеблей льна, зажатых транспортером, таким образом, чтобы угол изгиба η не превышал своего предельного значения ($\eta_{пред}$ = 30…43°). В тоже время величина «мертвой зоны» не должна превышать 0,15 м (значение величины $L_{мз}$ = 0,08…0,15 м) [5].

Установка зажимного транспортера по отношению к механизму обмолачивающего устройства (рис. 2) характеризуется координатами точки $D(x_D;y_D)$, где x_D и y_D – соответствующие проекции точки D на декартовую систему координат, центр которой находится в точке O, являющийся центром вращения кривошипа. Заметим, что положение точки D непосредственно связано с траекторией движения точки C (крайней точки положения шатуна) (рис. 1), которая описывается системой [9].

$$C:\begin{cases} x_C(t)=\dfrac{(l+l_1)\cdot x_A(t)-l_1\cdot x_B(t)}{l}, \\ y_C(t)=\dfrac{(l+l_1)\cdot y_A(t)-l_1\cdot y_B(t)}{l}. \end{cases} \quad (1)$$

где l – длина участка шатуна AB, м; l_1 – длина участка шатуна AC, м; t – время, с.

Выделим на этой траектории, представляющей эллипс, характеризующие ее точки T_1, T_2, T_3 и T_4, являющиеся вершинами эллипса, а также определим координаты центра эллипса O_2.

Угол поворота кривошипа φ рад, в зависимости от времени, определяется выражением [9]:

$$\varphi = \omega t, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения кривошипа OA, рад/с.

Согласно формуле (2), можно определить время, за которое кривошип, движущийся с постоянной угловой скоростью ω, делает один полный оборот и при этом точка C совершает один цикл движения.

$$t_к = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Тогда вершины траектории движения точки C определяются из (1) как $T_1(x_C(0); y_C(0))$, $T_2(x_C(t_к/4); y_C(t_к/4))$, $T_3(x_C(t_к/2); y_C(t_к/2))$, $T_4(x_C(3t_к/4); y_C(3t_к/4))$, а центр эллипса будет определятся координатами $O_2(0;(y_C(t_к/4) + y_C(3t_к/4))/2)$ (рис. 2).

С учетом вышесказанного траектория движения точки C с привязкой к системе координат xOy может быть описана уравнением:

$$\frac{x^2}{a_э^2} + \frac{(y - y_{O_2})}{b_э^2} = 1, \tag{3}$$

где $a_э = x_C(0)$ – большая полуось эллипса, м;

$$b_э = \frac{y_C\left(\frac{t_к}{4}\right) - y_C\left(\frac{3 \cdot t_к}{4}\right)}{2}$$ – меньшая полуось эллипса, м;

$$y_{O_2} = \frac{y_C\left(\frac{t_к}{4}\right) + y_C\left(\frac{3 \cdot t_к}{4}\right)}{2}$$ – ордината центра эллипса.

С учетом вышесказанного и для минимизации «мертвой зоны» стеблей при их контакте с эластичным рабочим органом абсциссу точки D целесообразно зафиксировать на значении, равном $x_D = x_C(t_к/2)$. При этом ордината этой точки не должна быть выше ординаты точки O_2, т. е.

$$y_D \le y_{O_2}. \tag{4}$$

Возможные значения ординаты точки D и величину «мертвой зоны» – DK определим из схемы (рис. 2).

Примем во внимание условие, что угол изгиба η стеблей в ленте зажимного транспортера при воздействии на них эластичного рабочего органа не должен превышать 30°–43°.

Из рис. 2 видно, что прямая DP является касательной к траектории движения точки C на участке T_3T_1. Это означает, что угловой коэффициент прямой DP определяется, как

$$k_{DP} = \mathrm{tg}(\eta), \tag{5}$$

а с другой стороны

$$\mathrm{tg}(\eta) = \frac{y_C'(t)}{x_C'(t)}. \tag{6}$$

Решив уравнение (6) относительно времени t получим момент времени t_P, при котором точка C траектории движения перейдет в точку контакта P со стеблями. Тогда координаты точки P можно определить выражениями:

$$x_P = x_C(t_P), \quad y_P = y_C(t_P). \tag{7}$$

Составим уравнение прямой DP:

$$\frac{x - x_D}{x_P - x_D} = \frac{y - y_D}{y_P - y_D}. \tag{8}$$

Чтобы определить угловой коэффициент этой прямой выразим из (8) переменную y

$$y = \frac{y_P - y_D}{x_P - x_D} \cdot (x - x_D) + y_D, \tag{9}$$

где $k_{DP} = \frac{y_P - y_D}{x_P - x_D} = \mathrm{tg}(\eta)$.

Тогда ордината точки D определяется выражением:

$$y_D = \mathrm{tg}(\eta) \cdot (x_P - x_D) + y_P. \tag{10}$$

Для определения «мертвой зоны» стеблей, т. е. длины отрезка DK, определим момент времени t_{DK} при котором точка C переходит в точку K из уравнения:

$$y_C(t) - y_D = 0. \tag{11}$$

Тогда общая точка K будет равна:

$$x_K = x_C(t_{DK}), \tag{12}$$

а величина «мертвой зоны» стеблей будет определятся формулой:

$$L_{мз} = x_K - x_D . \qquad (13)$$

Так как эластичный рабочий орган взаимодействует со стеблями на промежутке времени $[t_{DK};t_K]$, то можем определить длину этого участка KT_1 по следующей зависимости:

$$l_{вз} = \int_{t_{DK}}^{t_K} \sqrt{\left(x'_C(t)\right)^2 + \left(y'_C(t)\right)^2}\, dt . \qquad (14)$$

При этом сепарирующую решетку (деку) целесообразно принять по форме такой же, как конфигурация траектории движения точки C на участке от K до T_1, сместив деку от этой траектории движения на величину молотильного зазора Δ, а длина ее должна быть больше участка ленты стеблей льна $L_{ст}$.

Продемонстрируем пример расчета параметров установки зажимного транспортера и деки в математическом пакете MathCad, при фиксированных значениях длины кривошипа (R = 0,3 м), длины шатуна ($l + l_1$= 0,808 + 0,4 = 1,208 м), длины коромысла (R_1 = 0,95 м), горизонтальное смещение точки крепления коромысла R_1 относительно центра вращения кривошипа (a = 0,95 м), вертикальное смещение точки крепления коромысла R_1 относительно центра вращения кривошипа (b =0,75 м). Предположим, что частота вращения кривошипа OA n = 3 об/с, а предельное значение угла изгиба стеблей льна $\eta_{пред}$ = 30°.

Вариант оформления исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad показан на рис. 2.

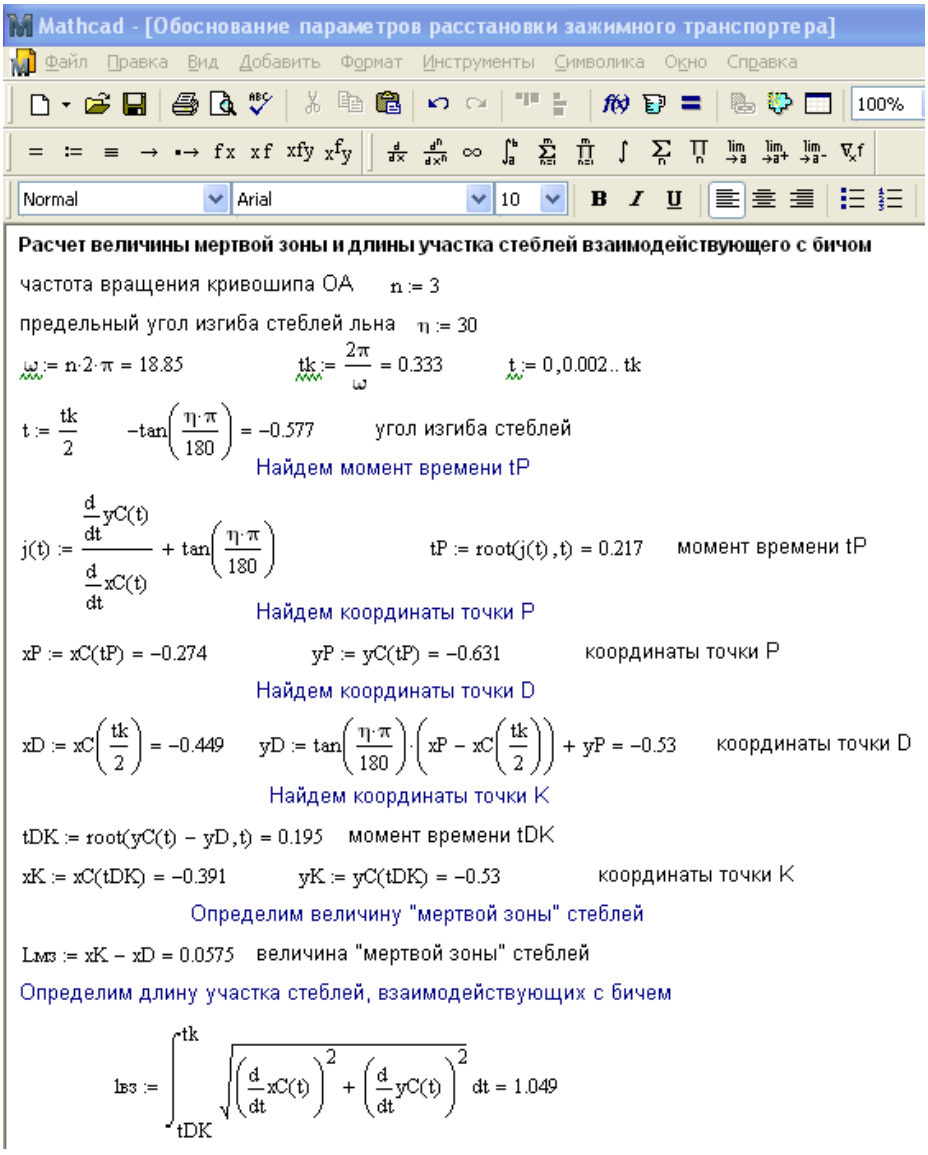


Рис. 3. Исходные данные и расчетная часть определения величины «мертвой зоны» и длины участка стеблей взаимодействующего с бичом

Полученное в результате расчета значение минимальной величины «мертвой зоны» $L_{мз}$ = 0,058 м не учитывает особенностей исполнения зажимного транспортера, и в целях обеспечения свободного движения бича, может быть увеличено на величину технологического зазора. Расчетное значение максимальной величины длины участка стеблей, взаимодействующего с бичом, составит 1,049 м, что существенно превысит участок ленты стеблей находящегося в зоне обмолота $L_{ст}$ и обеспечит эффективную работу обмолачивающего устройства.

Заключение

Получены аналитические зависимости, позволяющие определить параметры взаимного расположения рабочих органов разработанного обмолачивающего устройства с учетом конструктивных параметров рычажного механизма и технологических параметров процесса обмолота. Определена геометрическая форма сепарирующей решетки (деки), которая должна повторять конфигурацию траектории движения точки *C* на участке от *K* до T_1, сместив деку вниз от этой траектории движения на величину молотильного зазора Δ.

По результатам проведенных расчетов установлено, что условию минимального значения величины «мертвой зоны» $L_{мз}$ = 0,058 м и предельного значения угла изгиба стеблей льна $\eta_{пред}$ = 30° удовлетворяют:

– установка зажимного транспортера (точка *D*) вниз относительно оси вращения кривошипа *OA* на величину y_D = 0,53 м, с горизонтальным смещением влево на величину x_D = 0,449 м;

– установка ближней к зажимному транспортеру части сепарирующей решетки (деки) вниз относительно оси вращения кривошипа *OA* на величину $y_K + \Delta = 0{,}53 + \Delta$ м, а горизонтальное смещение влево – x_K = 0,391 м без учета технологического зазора предусматривающего свободное движение бича.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 112–117.
2. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – №u 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.
3. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК A01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № u 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.
4. Курзенков, С. В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 154-159.
5. Курзенков, С. В. Обоснование скорости зажимного транспортера обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Агропанорама. – 2022. – № 1(149). – С. 14–19.
6. ГОСТ 33734-2016. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Комбайны и машины для уборки льна. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2017. – 73 с.
7. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. Н. Кудрявцев [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 156 с.
8. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна долгунца: Дис. … док. техн. наук. – Тверь. 2010. – 615 с.
9. Шаршунов, В. А. Уравнения траектории движения рабочего органа обмолачивающего устройства колебательного типа линии первичной переработки льна «Van Dommele» / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 164–168.

УДК 005.591.1:637.115

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛИНИИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ

А. В. КИТУН

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: ktmg@batu.edu.by

В. И. ПЕРЕДНЯ

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь, 220049

Ю. А. КРУПЕНИН, П. Ю. КРУПЕНИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: pavel@krupenin.com

В. Г. ФИЛАТОВ

ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш», г. Бобруйск, Республика Беларусь, 213822

(Поступила в редакцию 18.03.2022)

Наиболее совершенным способом доения коров является машинное доение. Оно не только облегчает труд доярок, повышает производительность труда, снижает себестоимость молока, но и обеспечивает получение наиболее качественной продукции. При машинном доении создаются физиологически благоприятные условия для отдачи молока, так как происходит одновременное выдаивание всех четвертей вымени. Технология машинного доения коров намного проще и эффективнее, чем аналогичное доение вручную. Также машинное доение коров помогает наладить непрерывное производство и хорошую первичную обработку молочной продукции.

В статье предложена методика подбора конструктивно-технологической схемы и пропускной способности доильной установки для молочно-товарной фермы (комплекса) на основании технологического расчета, включающего определение планируемых объемов производства молока, обоснование количества доек в сутки и затрат времени операторов машинного доения на выполнение подготовительных и заключительных операций.

Представлена технико-экономическая характеристика доильных установок для доения коров по графику при привязном и беспривязном способах содержания животных. Описаны организационные особенности работы доильных установок со сбором молока в переносные ведра, с молокопроводом, а также установок типа «Елочка», «Параллель», «Тандем» и «Карусель». Рассмотрен алгоритм работы роботизированных доильных установок с проходными станками: Lely Astronaut A4, SAC Futureline Max / Double box, Fullwood Merlin M2, GEA Farm Technologies Mlone. Обобщены технические характеристики доильного оборудования, применяемого при организации добровольного доения коров на ферме.

Предложена методика оценки эффективности мероприятий по оптимизации линии машинного доения с помощью таких показателей, как затраты труда на обслуживание поголовье и на единицу произведенной продукции.

Ключевые слова: *корова; молоко; доение; доильная установка; способ содержания; технологический расчет; затраты труда.*

The most advanced way of milking cows is machine milking. It not only facilitates the work of milkmaids, increases labor productivity, reduces the cost of milk, but also ensures the highest quality products. With machine milking, physiologically favorable conditions are created for the yield of milk, since all quarters of the udder are simultaneously milked. The technology of cow machine milking is much simpler and more efficient than similar milking by hand. Also, machine milking of cows helps to establish continuous production and good primary processing of dairy products.

The article proposes a method for selecting a structural and technological scheme and throughput capacity of a milking machine for a commercial dairy farm (complex) based on a technological calculation, including determining the planned volumes of milk production, justifying the number of milkings per day and the time spent by machine milking operators to perform preparatory and final operations.

The technical and economic characteristics of milking machines for milking cows according to the schedule with tethered and loose methods of keeping animals are presented. The organizational features of the operation of milking machines with the collection of milk in portable buckets, with a milk pipeline, as well as installations such as "Herringbone", "Parallel", "Tandem" and "Carousel" are described. The algorithm of operation of robotic milking machines with walk-through machines: Lely Astronaut A4, SAC Futureline Max / Double box, Fullwood Merlin M2, GEA Farm Technologies Mlone is considered. The technical characteristics of milking equipment used in the organization of voluntary milking of cows on the farm are summarized.

A method for evaluating the effectiveness of measures to optimize the machine milking line using such indicators as labor costs for livestock maintenance and per unit of output is proposed.

Key words*: cow; milk; milking; milking machine; keeping method; technological calculation; labor costs.*

Введение

После технологического процесса приготовления и раздачи кормов машинное доение является наиболее существенным фактором, из числа определяющих молочную продуктивность коров [1].

Наиболее совершенным способом доения коров является машинное доение. Оно не только облегчает труд доярок, повышает производительность труда, снижает себестоимость молока, но и обеспечивает получение наиболее качественной продукции. При машинном доении создаются физиологически благоприятные условия для отдачи молока, так как происходит одновременное выдаивание всех четвертей вымени. Технология машинного доения коров намного проще и эффективнее, чем аналогичное доение вручную. Также машинное доение коров помогает наладить непрерывное производство и хорошую первичную обработку молочной продукции [2, 3].

Основная часть

Процесс доения коровы условно делится на три стадии:

– подготовительная (продолжительность 30…60 с), включающая ручное сдаивание первых струек молока, нанесение дезинфицирующего средства на соски с последующей их очисткой одноразовыми салфетками;

– машинное доение, длительность которого для коровы не должна превышать 7 минут, т. к. более долгий процесс доения вызывает излишнее раздражение сосков и вымени, что может привести к запуску воспалительного процесса;

– заключительная (15…20 с), включающая в себя машинное додаивание, отключение и снятие подвесной части аппарата, нанесение на соски блокирующего антисептического состава.

Чаще всего коров доят 2–3 раза в день, высокопродуктивных и новотельных – до 4 раз в сутки. При сокращении количества доений с 3 до 2 затраты труда снижаются на 25…30 % [4].

При выборе доильной установки прежде всего требуется рассчитать суточный объем работ. Зная поголовье дойного стада и продуктивность животных, определяют количество производимого за одну дойку молока:

$$W_{\text{р}} = W_{\text{с}} \Pi_{\text{дк}} \beta, \tag{1}$$

где $W_{\text{с}}$ – суточный надой молока от одной коровы, кг; $\Pi_{\text{дк}}$ – поголовье дойных коров на ферме, гол.; β – коэффициент неравномерности производства молока.

Суточный удой распределяется между доениями неравномерно. При двухразовом доении утром поступает примерно 60 % суточного удоя, а в вечернюю дойку – 40 %, следовательно коэффициент β для утренней дойки равен 0,6 и 0,4 для вечерней [3].

Производительность поточной линии доения составит:

$$Q_{\text{л}} = \frac{W_{\text{р}}}{T_{\text{д}}}, \tag{2}$$

где $T_{\text{д}}$ – продолжительность дойки, с.

Продолжительность доения одного животного определяется суммой:

$$T_1 = t_{\text{маш}} + t_{\text{рр}}, \tag{3}$$

где $t_{\text{маш}}$ – среднее машинное время доения одной коровы, с; в зависимости от модели аппарата $t_{\text{маш}}$ = 240…300 с; $t_{\text{рр}}$ – суммарное время выполнения ручных операций, с.

Время на выполнение ручных операций зависит от типа доильной установки, принятой на ферме организации труда и квалификации операторов:

$$t_{\text{рр}} = t_{\text{пк}} + t_{\text{п.ст}} + t_{\text{п}} + t_{\text{п}}^{\text{I}} + t_{\text{зо}} + t_{\text{сл}} + t_{\text{от}}, \tag{4}$$

где $t_{\text{пк}}$ – время подготовки животного к доению, с; $t_{\text{ст}}$ – время постановки доильных стаканов, с;

$t_{\text{п}}$ – время короткого перехода, с; $t_{\text{п}}^{\text{I}}$ – время большого перехода, с; $t_{\text{зо}}$ – время заключительных операций, с; $t_{\text{сл}}$, $t_{\text{от}}$ – время на слив и транспортировку молока, с.

В целом, время на выполнение ручных операций варьируется в зависимости от технологической схемы доильной установки. При доении коров со сбором молока в ведра $t_{\text{рр}}$ = 180…240 с, в молокопровод – $t_{\text{рр}}$ = 120…180 с, при доении коров в доильных залах на установках «Елочка» и «Параллель» $t_{\text{рр}}$ = 50…60 с.

Количество доильных аппаратов, потребное для обслуживания всего стада рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{ап}} = \frac{\Pi_{\text{дк}} T_1}{T_{\text{д}}}. \tag{5}$$

После обоснования требуемой производительности линии доения, выбирается тип доильной установки и рассчитывается их количество:

$$Z_{ду} = Q_л / Q_{ду}, \quad (6)$$

где $Q_{ду}$ – пропускная способность доильной установки, кг/ч.

Чтобы правильно организовать машинное доение коров, определяют количество обслуживающего персонала:

$$Ч_{оп} = \frac{П^0_{дк} t_{рр}}{T_д}, \quad (7)$$

где $П^0_{дк}$ – поголовье коров на ферме с учетом планового развития, гол.

Определив основные производственные показатели, необходимо выбрать компоновку доильного зала, наиболее полно отвечающую поставленным хозяйственным задачам. При решении данного вопроса учитывают способ содержания животных и размер фермы (комплекса), в зависимости от которого процесс может быть организован с применением разных типов доильных установок.

Тип доильной установки выбирают в зависимости от системы содержания коров. При привязном способе содержания применяют преимущественно линейные доильные установки со сбором молока в переносные ведра или с молокопроводом.

Доильная установка для доения в переносные ведра монтируется в животноводческом помещении. У этого типа доильного оборудования только одно преимущество – низкая стоимость. Недостатки: при доении в переносные ведра велика доля ручного труда на единицу продукции (транспортировка молока в молочный блок), малое поголовье, обслуживаемое одним человеком (за одним оператором машинного доения закрепляется 20…25 коров), низкие гигиенические условия получения молока (молоко соприкасается с воздухом стойлового помещения при переносе ведер и при переливании в танки-охладители), сложность осуществления контроля продуктивности коров.

Доильная установка с молокопроводом предназначена для доения коров в стойлах коровников, транспортирования выдоенного молока по трубам в молочную, группового учета надоя, фильтрации, охлаждения и сбора его в емкости для хранения. При этом исключается взаимодействие молока с окружающей средой, что, в свою очередь, стабилизирует его биологические показатели качества. Однако, из-за большой протяженности путей транспортировки молока, наблюдается потеря жирности от 0,1 до 0,3 %. Установки с молокопроводом рассчитаны на обслуживание 100 или 200 коров.

Установки для доения в специальных доильных залах применяются преимущественно при беспривязной системе содержания коров. На дойку группу коров из стойлового помещения перегоняют на преддоильную площадку, с которой партиями по 6…20 голов впускают в доильное помещение и размещают в станках. После окончания доения коровы возвращаются в коровник, а в доильные станки загоняют следующую партию коров с преддоильной площадки.

Преимуществом доильных установок для доения в доильных залах является глубокая специализация труда операторов, исключающая выполнение таких операций, как раздача корма, чистка стойл и др. Это позволяет повысить производительность труда операторов и получать молочную продукцию более высокого качества.

В зависимости от взаиморасположения станков доильные установки для доения коров в специальных залах подразделяют на типы: «Елочка», «Параллель», «Тандем», «Карусель».

Установки типа «Елочка» применяют для доения коров, имеющих примерно одинаковую интенсивность молокоотдачи. В зависимости от особенностей конкретной модели внутрь доильного зала одновременно запускается определенное количество коров. После доения коровы выходят по очереди. Установки типа «Елочка» выпускают в двух модификациях – с углом постановки коров к траншее оператора 30° и 60°. Достоинством установок этого типа считается хороший обзор вымени коровы и удобный доступ к нему, за счет того, что обслуживание животного осуществляется сбоку. С другой стороны, увеличение фронта работы оператора (длина траншеи) снижает производительность труда, а следовательно, и пропускную способность установки. Количество станков в «Елочке», как правило, не больше 32 (2 х 16, то есть по 16 коров с каждой стороны) и этот тип доильной установки рационально использовать на фермах с поголовьем не более 500 коров.

Особенностью установки типа «Параллель» является расположение животных под углом 90° к траншее, т. е. задом к оператору. При этом, благодаря позиционированию коровы близко к краю, доступ к вымени и постановка доильного аппарата происходит без усилий. Надежная фиксация животных спереди происходит с помощью устойчивого фронтального ограждения. Установки «Параллель» оснащаются станками с быстрым выходом, в связи с чем коровам не нужно менять направление движения при выходе из них по окончании доения.

В установке «Параллель» подключение доильных аппаратов производится между задних ног животного. Благодаря такой постановке животных длина доильного места уменьшается до 0,75 м, что существенно экономит площадь доильного зала. Такая компоновка позволяет создавать установки, вмещающие до 50 коров в ряду, т. е. одновременно могут доиться до 100 коров. К недостаткам залов типа «Параллель» можно отнести некоторое неудобство оператора при работе с передними долями вымени, несмотря на который «Параллель» на сегодняшний день является оптимальным решением для крупных (500…2000 коров) хозяйств. Пропускная способность установок данного типа достигает 4,5 гол/ч на одно доильное место.

Доильные установки с индивидуальными станками типа «Тандем» предназначены для доения несгруппированных по продуктивности коров на племенных и товарных фермах. Их доильные станки обеспечивают возможность индивидуального обслуживания и осмотра каждой коровы. Входом животного в станок и выходом из него управляет оператор индивидуально для каждой коровы, что делает каждый станок независимой доильной единицей. Из недостатков установки «Тандем» можно отметить относительно большую площадь, занимаемую оборудованием, высокую материалоемкость, низкую унифицированность оборудования и длинный путь оператора от одного доильного места до другого (2,55 м). Данный тип установок применяется на небольших фермах со 100…150 головами дойного стада.

Доильные установки типа «Карусель» представляют собой вращающуюся платформу в виде кольцеобразного диска. Привод платформы осуществляется электродвигателями мощностью 4…6 кВт с бесступенчатым регулированием частоты вращения, в результате чего один оборот платформа совершает за 6…14 минут. Установки «Карусель» применяются на молочно-товарных комплексах с выравненным по продуктивности поголовьем. Такая установка доит коров в ритме конвейера, что создает условия для автоматизации процесса доения и обеспечивает выдаивание до 800 коров в час при использовании труда всего 2–3 операторов.

Доильные роботы устанавливаются на фермах, использующих схемы добровольного доения коров. Чтобы корова самостоятельно зашла в станок роботизированной доильной установки, ее привлекают концентрированными кормами, которые дозированно выдаются животному в ходе доения. В доильной установке коровы идентифицируются, благодаря чему те коровы, которых недавно выдоили, выпроваживаются из доильной установки в зону свободного передвижения.

Роботизированная доильная установка состоит двух основных частей: доильного аппарата, который содержит центральный блок, подающий электропитание, воду, моющие и дезинфицирующие растворы, а также регулирующий подачу сжатого воздуха и вакуума, и двух роботизированных блоков, где происходит доение коров. Порядок работы робота задается системой управления, которая оснащена программным обеспечением, позволяющим отражать все данные о процессе доения каждой коровы на экране компьютера. Программа оснащена системой предупреждения, которая при необходимости оповещает о сбоях в технологическом процессе и реализует функцию дистанционного управления работой доильного робота.

Доильный бокс обеспечивает быстрый вход и выход коровы без смены направления движения животного. После того как корова оказалась в боксе, считывающее устройство идентифицирует ее по респондеру, закрепленному у нее на шее, ухе или ноге [5]. После идентификации робот определяет, нужно ли доить эту корову. Для этого проверяется интервал времени между двумя доениями. Если этот интервал слишком короткий, то корова выпускается из бокса.

Подготовительные операции к доению на роботизированной установке включают постановку доильных стаканов и обработку вымени. Для размещения доильных стаканов точно под сосками манипулятор может перемещаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Робот оснащен системой контроля молока, которая расположена в манипуляторе, рядом с выменем. Эта система при каждом доении коровы определяет объем молока, продолжительность доения и скорость молокоотдачи из каждой четверти вымени. Одновременно она контролирует качество молока по таким показателям, как цвет, проводимость и температура, и может определять содержание в молоке белка, жира и лактозы. Также возможно определение сорта молока по содержанию в нем соматических клеток.

По окончании доения доильные стаканы снимаются по отдельности с сосков. Соски затем обрабатываются антисептиком пролонгированного действия. Далее передние ворота бокса открываются, и корова выходит из него, при этом, чтобы обеспечить беспрепятственный выход животного, кормушка убирается.

Техническая характеристика наиболее распространенных моделей доильных роботов приведена в таблице.

Техническая характеристика доильных роботов

Наименование показателя	Lely Astronaut A4	SAC Futureline Max / Double box	Fullwood Merlin M2	GEA Farm Tech. Mlone
Расход электрической энергии на одно доение, кВт · ч	0,37	0,55	0,29	0,19
Среднее время подготовки вымени к доению, с	40	50	34	35
Подготовительные операции	1. Очистка сосков щетками 2. Стимуляция 3. Промывка 4. Сдаивание первых струек	1. Ополаскивание водой 2. Сушка 3. Сдаивание первых струек	1. Очистка сосков щетками 2. Стимуляция 3. Промывка 4. Сдаивание первых струек	1. Промывка каждого соска 2. Сдаивание первых струек 3. Стимуляция
Фактическое время доения, мин	5…6	5…7	5…6	6…6,5
Система управления стадом	T4C (Time for cows)	TIM program	Crystal Herd Management	RDM (Robot Data Manager)
Допускаемое отклонение оси сосков от вертикали, °	30	30	30	40
Снятие доильных стаканов	Индивидуальное снятие доильных стаканов	Автоматическое снятие доильного аппарата	Индивидуальное снятие доильных стаканов	Индивидуальное снятие доильных стаканов

Оценку эффективности мероприятий по оптимизации линии машинного доения осуществляют с помощью таких показателей, как затраты труда на обслуживание поголовья ($Т_{гол}$, чел.-ч/гол) и на единицу произведенной продукции ($Т_{пр}$, чел.-ч/т) [6]:

$$Т_{гол} = \frac{Ч_{оп} T_{д}}{П_{дк}}; \quad (8)$$

$$Т_{пр} = \frac{Ч_{оп} T_{д}}{M_{год}}, \quad (9)$$

где $M_{год}$ – количество произведенной продукции (молока) за год, т.

При рассмотрении нескольких вариантов комплектации линии машинного доения коров, предпочтительным вариантом будет тот, при котором обеспечивается минимум удельных затраты труда на обслуживаемое поголовье и единицу произведенной продукции.

Заключение

Машинное доение используется как в крупных агрокомплексах, так и в фермерских хозяйствах. Перед тем как приобретать доильную установку требуется не только знать поголовье дойного стада и продуктивность животных, но и выбрать наиболее полно отвечающий поставленным хозяйственным задачам тип доильной установки.

При привязном содержании животных применяют преимущественно линейные доильные установки. Доение в специальных доильных залах практикуется при беспривязном способе содержания коров с доением по графику. Фермы, использующие схемы добровольного доения коров, должны оснащаться доильными роботами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быковская, Н. В. Инновации в молочном скотоводстве / Н. В Быковская // Инновации. – 2015. – №. 4. – С. 215–217.

2. Шаршунов, В. А. Технологическое оборудование для производства молока и молочных продуктов: пособие в 2-х ч. – Ч. 1. Доение коров и первичная обработка молока / В. А. Шаршунов. – Минск: Мисанта, 2015. – 665 с.

3. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 160–164.

4. Китун, А. В. Организационно-экономическая оценка машин и машинных технологий в животноводстве и птицеводстве: учебно-методическое пособие / А. В. Китун, И. П. Бусел, В. И. Передня. – Минск, 2008. – 123 с.

5. Идентификация животных радиочастотная. Техническое описание: СТБ ISO 11785-2016. – Введ. 01.03.2017. – Минск: Госстандарт, 2016. – 20 с.

6. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока: науч. изд. / Н. П. Мишуров. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 152 с.

УДК 633.521:631.354.2

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТЯНУТОСТИ ЛЕНТЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПРИ УБОРКЕ КОМБАЙНОВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

В. С. АСТАХОВ, С. В. КУРЗЕНКОВ, О. В. ГОРДЕЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: sergkrz@tut.by

(Поступила в редакцию 30.03.2022)

Формирование растянутости ленты льна происходит при проведении каждой операции, проводимой во время уборки льна-долгунца, и чем больше операций производится, тем больше формируется растянутость ленты льна. Наиболее существенное влияние растянутость ленты льна оказывает на процесс отделения (очес, обмолот) семенной части урожая от стеблей. Первым технологическим процессом в уборочном цикле, оказывающем влияние на растянутость, является теребление, которое осуществляется вне зависимости от применяемой технологии. При уборке льна-долгунца по комбайновой технологии процесс отделения семян производится сразу после теребления.

В статье рассмотрены теоретические аспекты формирования растянутости ленты стеблей льна в процессе уборки теребильными аппаратами с продольными криволинейными ручьями типа ЛК-4А и «Двина-4М». Проведен анализ схем взаимодействия рабочих органов со стеблями, определены факторы образующие составляющие растянутости и приведены аналитические зависимости. Установлено, что на величину растянутости ленты льна оказывают влияние конструктивные параметры делителей и теребильного аппарата, а также высота теребления и кинематического показателя работы агрегата.

Получена математическая модель, позволяющая определить растянутость ленты стеблей льна, формируемой в процессе теребления при изменяющихся технологических параметрах, таких как высота стеблестоя (высота стеблей), высота теребления и показателя скоростного режима. Приведен пример реализации методики в математическом пакете MathCad, позволяющий моделировать различные ситуации состояния стеблестоя и скорости движения сельскохозяйственной машины.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики расчета и проектирования льнотеребилок и льноуборочных комбайнов с теребильным аппаратом с продольными криволинейными ручьями.

Ключевые слова: *лен, теребильный аппарат, растянутость ленты льна, лента стеблей льна, делитель, уборка льна.*

The formation of the stretching of the flax tape occurs during each operation carried out during the harvesting of fiber flax, and the more operations are performed, the more the stretching of the flax tape is formed. The stretching of the flax tape has the most significant effect on the process of separation (toiling, threshing) of the seed part of the crop from the stems. The first technological process in the harvesting cycle that affects the stretch is pulling, which is carried out regardless of the technology used. When harvesting fiber flax using combine technology, the process of separating seeds is carried out immediately after pulling.

The article deals with theoretical aspects of the formation of the stretching of the flax stem tape in the process of harvesting by pulling devices with longitudinal curvilinear streams of the LK-4A and Dvina-4M types. The analysis of the interaction schemes of the working bodies with the stems was carried out, the factors forming the components of the stretching were determined and analytical dependencies were given. It has been established that the design parameters of the dividers and the pulling apparatus, as well as the height of pulling and the kinematic index of the unit's operation, influence the magnitude of the stretching of the flax tape.

A mathematical model has been obtained that makes it possible to determine the stretching of the flax stem tape formed in the process of pulling with changing technological parameters, such as the height of the stem (stem height), the height of the pull and the speed limit. An example of the implementation of the technique in the mathematical package MathCad is given, which allows simulating various situations of the state of the stalk and the speed of the agricultural machine.

The analytical dependencies considered in this article will form the basis of the methodology for calculating and designing flax pullers and flax harvesters with a pulling device with longitudinal curvilinear streams.

Key words*: flax, pulling apparatus, stretching of the flax tape, flax stem tape, divider, flax harvesting.*

Введение

Получение длинного волокна всегда было главной целью льноводства и наиболее значимым источником прибыли многих сельскохозяйственных предприятий. Анализ состояния льноводческой отрасли показал, что в рейтинге неблагоприятных обстоятельств одно из лидирующих мест занимают чрезмерно большие потери волокнистой части при ее выделении из тресты на льнозаводе [1]. Чаще всего неудовлетворительный результат становится следствием избыточной растянутости стеблей в ленте (слое), которая формируется в результате целого ряда таких производственных факторов, как использование семян низких репродукций, грубые нарушения технологии предпосевной обработки почвы, особенности механических воздействий на стеблестой теребильными секциями и другими рабочими органами льноуборочных машин. Повышенная растянутость стеблей в слое является отрицательным фактором, который при переработке тресты на льнозаводе снижает выход длинного волокна на 5–6 % [2].

Уборка льна-долгунца в Республике Беларусь производится различными технологиями [3, 4], однако для всех их характерны типовые операции, такие как теребление, очес (обмолот) семенной части, вспушивание, оборачивание лент, их прессование. Одним из негативных показателей работы льноуборочной техники является формирование растянутости ленты льна. Растянутость снопа льносоломы (льнотресты) – отношение средней сноповой длины к средней горстевой длине [3, 5]. Растя-

нутость ленты льна усложняет последующие процессы, в частности очес (обмолот) ленты льна, ее прессование и трепание в линии первичной переработки [6]. Как показывает практика, наибольший вред качеству лент стеблей приносят обязательные технологические операции по приготовлению и уборке льнотресты, которые многократно и неминуемо увеличивают растянутость лент льна. Формирование растянутости ленты льна происходит при проведении каждой операции, проводимой во время уборки льна-долгунца, и чем больше операций производится, тем больше формируется растянутость ленты льна [3, 7]. Делители и теребильные ручьи, в процессе уборки льна, работают в самых разнообразных условиях. Наиболее неблагоприятные условия работы делителей и теребильного аппарата возникают при тереблении изреженного и короткостебельного льна в стадии конца зеленой спелости и начале ранней желтой спелости, а также в условиях полегания стеблестоя [5, 6, 8].

Таким образом, очевидно, что растянутость ленты льна увеличивается после проведения каждой операции уборочного процесса. Для качественного анализа влияния рабочего процесса льноуборочной техники необходимо определить составляющие процессы и факторы, оказывающие влияние на растянутость ленты льна. Определить теоретическую зависимость растянутости ленты льна от данных факторов.

Основная часть

Вопросы теории образования растянутости ленты льна в теребильном ручье рассматривались и раньше в работах по исследованию подвода стеблей в ручей и их зажатия ремнями [9, 10, 11], а также в расчетах теребильных аппаратов и выбора скорости движения теребильных лент изложены в работах немецких исследователей Войчак и Винтер [12] и польского исследователя М. Янияк [13]. Однако их рассмотрение проводилось опосредовано и под влиянием того или иного рабочего органа. Это не позволяет оценить совокупную растянутость, которая формируется в результате работы сельскохозяйственной машины.

Первым технологическим процессом в уборочном цикле, оказывающим влияние на растянутость, является теребление, которое осуществляется вне зависимости от применяемой технологии.

Теребильные аппараты состоят из нескольких теребильных секций. Каждая теребильная секция образована парой прижатых друг к другу бесконечных ремней, или ремнем и обрезиненным диском которые захватывают стебли льна, зажимают их и выдергивают из почвы [14]. Две сомкнутые друг с другом смежные ветви ремней (или часть поверхности диска и прижатая к ней ветвь ремня), между которыми зажимаются стебли, образуют теребильный ручей. В зависимости от направления теребильных ручьев в одних машинах стебли льна теребятся в продольной плоскости или в плоскости, близкой к продольной; в других машинах теребление льна производится в поперечной плоскости.

Спереди теребильные аппараты снабжены делителями стеблестоя льна, изготовленными, как правило, из прутковой стали. Делители производят разделение стеблестоя льна на отдельные полосы и подводят стебли к ремням теребильных секций. В льнотеребилках применяются делители различной геометрической формы и конструкции: одноярусные (треугольные) и двухъярусные (пятиугольные) [15].

При работе теребильного аппарата наклоняемые делителями стебли, сходя с прутков, попадают в зону действия теребильных ремней (рис. 1, *а*). Ширина этой зоны $2B_1$, а границы находятся в точках B_1 и B_2, где и начинается подвод стеблей в ручей ремнями.

Относительный сдвиг в ленте формируется в первую очередь при взаимодействии стеблей с делителями и при взаимодействии стеблей с теребильным аппаратом. При взаимодействии стеблей с делителями происходит наклон стеблей, непосредственно взаимодействующих с делителем в продольном направлении по ходу движения машины и в поперечном направлении к точке *К*. При этом наибольшему наклону подвержены стебли льна, наиболее удаленные от точки *К* зажима теребильными ремнями и наименьшему наклону подвержены стебли, расположенные в центре теребильной секции.

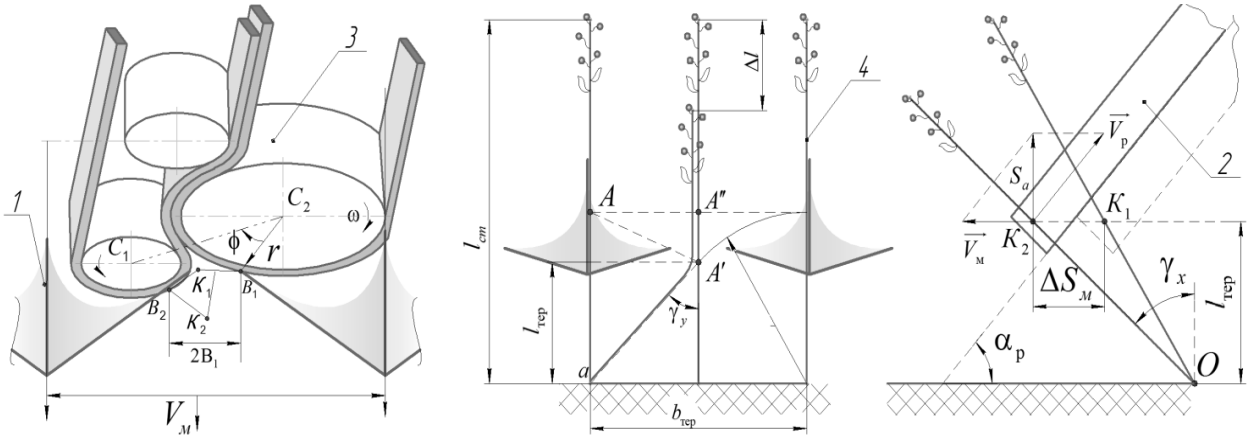
В общем виде растянутость ленты льна можно представить как:

$$\lambda = \frac{l_{ст} + \Delta l}{l_{ст}} = 1 + \frac{\Delta l}{l_{ст}}, \qquad (1)$$

где $l_{ст}$ – длина стебля льна, м; Δl – смещение (относительный сдвиг) стеблей в ленте льна, м.

Относительный сдвиг стеблей $\Delta l_{ст}$ связан с тем, что затягивание стеблей в теребильный ручей происходит на разной высоте. Растянутость ленты льна, формируемая работой делителей, образуется следующим образом. В процессе движения сельскохозяйственной машины, делители надвигаются на стеблестой, упираются боковыми стеблеподводами в него и, преодолевая сопротивление отдельных стеблей изгибу, подводят их в центр, тем самым наклоняют. При этом боковые стеблеподводы взаимодействуют сначала со стеблями наиболее близко к ним расположенными, а затем по мере продвижения – со стеблями, расположенными ближе к центру. Такое воздействие делителей на стебли льна

приводит к тому, что они отклоняются от своей оси, как в направлении движений сельскохозяйственной машины (угол γ_x) (рис. 1, *в*), так и перпендикулярно движению – в центр между двумя смежными делителями (угол γ_y) (рис. 1, *б*). В свою очередь стебли льна, расположенные в центре между двумя смежными делителями воздействию последних, практически не подвергнуты и имеют минимальное отклонение от своей оси. В таком случае стебли, расположенные в центре теребильной секции, затягиваются в точке *A′*, а крайние стебли – в точке *A* (рис. 1, *б*), что и формирует относительный сдвиг.



а) *б*) *в*)

Рис. 1. Схема теребления стеблей льна из почвы аппаратом с продольными ручьями: *а* – вид сверху; *б* – вид спереди; *в* – вид сбоку; *1* – делитель; *2* – теребильный ремень; *3* – ролик; *4* – стебель льна

Так как ремни, обтягивающие шкивы C_1 и C_2, совершают сложные движения, а именно, переносное (поступательное вместе с машиной) и относительное (вращательное вместе со шкивами вокруг осей C_1 и C_2) (рис. 1, *а*), то траектории точек ремней относительно земли зависят от отношения скоростей машины и теребильных ремней. Это отношение является показателем скоростного режима ζ.

$$\zeta = \frac{v_м}{v_р \cdot \cos\alpha_р} \text{ или } \zeta = \frac{S_м}{S_р \cdot \cos\alpha_р}, \quad (2)$$

где ζ – показатель скоростного режима; $v_м$ – скорость движения машины, м/с; $v_р$ – скорость теребильных ремней, м/с; $S_м$ – расстояние, пройденное машиной за единицу времени *t*, м/с; $S_р$ – расстояние, преодолеваемое точкой теребильного ручья за единицу времени *t*, м/с; $\alpha_р$ – угол наклона теребильного ручья, град.

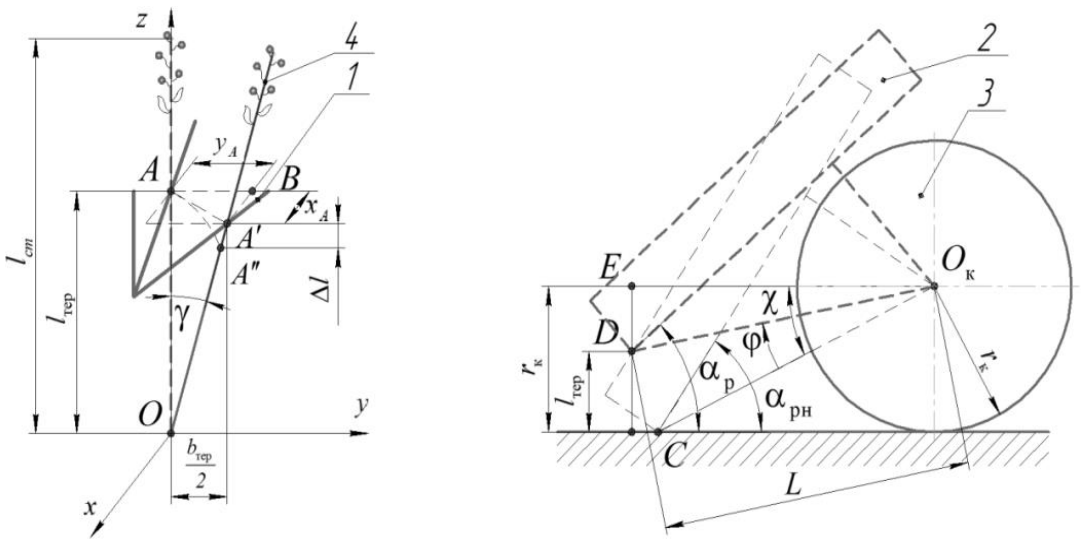
Проводя анализ затягивания стеблей ремнями, согласно Г. А. Хайлиса [16], можно установить, что при малых значениях показателя скоростного режима траектории точек ремней будут иметь вид B_1K_1 и B_2K_1, а при больших значениях этого показателя – B_1K_2 и B_2K_2. Воздействие ремней на стебли может вызвать дополнительный наклон крайних стеблей и увеличение растянутости пучка вытеребленных стеблей. Дополнительный наклон будет весьма мал при малых значениях показателя и значительным при больших значениях λ. Ввиду этого растянутость вытеребленных стеблей увеличивается с ростом скоростного режима, что ведет к снижению чистоты теребления. Таким образом, для оценки растянутости формируемой в процессе теребления ленты льна необходимо рассмотреть два положения: стебель, находящийся в середине теребильной секции (неподверженный отклонению) и стебель, расположенный у вершины делителя, отклоняемый в процессе работы от своей первоначальной оси на некоторый угол γ (рис. 2, *а*). Величину Δl можно представить как:

$$\Delta l = OA' - OA, \quad (3)$$

а величину OA' определить по формуле:

$$OA' = \frac{OA}{\cos\gamma}, \quad (4)$$

где γ – угол наклона стебля льна наиболее удаленного от центра теребления, рад.



а) *б*)

Рис. 2. Схема к определению параметров относительного сдвига стеблей в ленте льна: *а* – схема привязки делителя со стеблем льна к пространственной системе координат; *б* – теребильный аппарат в двух положениях (вид сбоку); *1* – делитель; *2* – теребильный аппарат; *3* – полевое колесо; *4* – стебель льна

В свою очередь тангенс угла γ можно найти как:

$$tg\gamma = \frac{AA'}{OA}. \tag{5}$$

Из прямоугольного треугольника *AA'B* катетами x_A и y_A найдем *AA'*

$$AA' = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}, \tag{6}$$

где x_A – величина смещения точки *A*, принадлежащей стеблю льна, при взаимодействии ремнем теребильного аппарата на протяжении времени *t* с момента начала взаимодействия, до момента затягивания стебля льна в теребильный ручей, м; y_A – величина смещения точки *A,* принадлежащей стеблю льна при взаимодействии с боковым стеблеподводом делителя, м.

Максимальное его значение не превышает половины захвата одной теребильной секции $b_{тер}/2$.

Время *t* с момента начала взаимодействия теребильного аппарата со стеблем, до начала его затягивания в теребильный ручей можно определить как (рис. 1, *а*)

$$t = \frac{\phi}{\omega} = \frac{\phi \cdot r_ш}{v_р}, \tag{7}$$

где ϕ – угол поворота шкива теребильного аппарата до затягивания стебля в теребильный ручей, рад; ω – угловая скорость вращения шкива теребильного аппарата, рад/с; $r_ш$ – радиус ведомого шкива теребильного аппарата, м; $v_р$ – скорость движения теребильного ремня, м/с.

В свою очередь величина x_A зависит от скоростного режима сельскохозяйственной машины. Поскольку при условии отсутствия проскальзывания и номинальной частоте вращения вала отбора мощности скорость ремней теребильного аппарата постоянная, то фактором, определяющим величину x_A является скорость самой сельскохозяйственной машины. Тогда x_A можно определить по формуле:

$$x_A = S_м = v_м \cdot t, \tag{8}$$

где $v_м$ – скорость движения сельскохозяйственной машины, м/с; $S_м$ – путь, пройденный с.-х. машиной за время t, м.

Из схемы (рис. 2, *а*) видно, что величина *OA* соответствует высоте теребления $l_{тер}$, которая должна составлять 1/3 длины стебля льна. С учетом зависимостей (4), (5), (6), (7) и (8) после некоторых преобразований выражение (3) примет вид:

$$\Delta l = \frac{l_{ст}}{\cos\left(arctg\left(\frac{\sqrt{S_м^2 + \frac{b_{тер}^2}{4}}}{l_{тер}}\right)\right)} - l_{ст} = l_{ст}\left(\frac{\sqrt{S_м^2 + \frac{b_{тер}^2}{4} + l_{тер}^2}}{l_{тер}} - 1\right). \tag{9}$$

Как видим из выражения (9), на величину относительного сдвига стеблей в ленте льна при тереблении оказывает воздействие конструктивные параметры (ширина захвата теребильной секции) и технологические (угол наклона теребильного аппарата и высота теребления). Также следует отметить присутствие показателя скоростного режима в виде $S_м$.

Анализируя зависимость (2), следует отметить влияние угла установки теребильного аппарата $\alpha_р$ на показатель кинематического режима. В свою очередь угол установки теребильного аппарата $\alpha_р$ зависит от высоты теребления $l_{тер}$. Связь между этими показателями можно выявить, проанализировав схему (рис. 2, *б*). Поскольку поднятие и опускание теребильного аппарата происходит вращением полурамы теребильного аппарата вокруг оси полевого колеса $O_к$, то высоту теребления $l_{тер}$ можно определить по зависимости:

$$l_{тер} = r_к - L \cdot \sin(\chi - \varphi), \tag{10}$$

где $r_к$ – радиус полевого колеса, м; L – расстояние от оси вращение полевого колеса до точки начала затягивания стеблей льна в теребильный ручей, м; χ – угол определяющий наклон отрезка Сок к горизонту в крайнем нижнем положении теребильного аппарата, рад.; φ – угол подъема теребильного аппарата, град.

Угол установки теребильного аппарата можно определить как:

$$\alpha_р = \alpha_{рн} - \varphi, \tag{11}$$

где $\alpha_{рн}$ – угол наклона теребильного аппарата к горизонту в крайнем нижнем положении, град. Для теребильного аппарата льноуборочного комбайна типа ЛК-4А и «Двина-4М» $\alpha_{рн}$ = 58…62 град.

С учетом (11) выражение (10) примет вид:

$$l_{тер} = r_к - L \cdot \sin(\chi + \alpha_р - \alpha_{рн}), \tag{12}$$

где $\alpha_р$ – фактический угол наклона теребильного аппарата к горизонту (установленный во время теребления), град.

Продемонстрируем пример расчета растянутости ленты льна, формируемой на этапе теребления в математическом пакете MathCad. Предположим, что длина стебля льна $l_{ст}$ = 1,0 м, ширина захвата одной теребильной секции $b_{тер}$ = 0,37 м, высота установки теребильного аппарата (высота теребления) $l_{тер}$ = $l_{ст}/3$, номинальная скорость движения теребильных ремней при условии проскальзывания $v_р$ = 2,6 м/с, а рабочая скорость сельскохозяйственной машины $v_м$ = 2,5 м/с. В качестве конструктивных параметров примем параметры льноуборочного комбайна «Двина-4М»: радиус ведомого шкива теребильного аппарата $r_ш$ = 0,124 м, радиус полевого колеса льноуборочного комбайна $r_к$ = 0,3 м, расстояние от оси полевого колеса теребильного аппарата до нижней части теребильного аппарата L = 0,96 м.

Согласно принятым параметрам, угол наклона теребильного аппарата к горизонту выраженное из выражения (11) составит $\alpha_р = 60 - \arcsin\left(\frac{r_к}{L}\right) + \arcsin\left(\frac{r_к - l_{тер}}{L}\right) = 0,695$ рад. или 39,84 град. а показатель кинематического режима $\zeta = \frac{v_м}{v_р \cdot \cos\alpha_р} = \frac{2,5}{2,6 \cdot \cos(39,84)} = 1,252$.

Время взаимодействия теребильного аппарата до момента затягивания стеблей льна в теребильный ручей согласно (7) составит $t = \frac{\phi \cdot r_ш}{v_р} = \frac{1,05 \cdot 0,125}{2,6} = 0,017$ с, а величина относительного сдвига стеблей льна при формировании ленты в теребильном ручье по зависимости (9) составит Δl = 0,151 м. Растянутость ленты льна в таком случае, согласно (1) составит $\lambda = 1 + \frac{\Delta l_{ст}}{l_{ст}} = 1 + \frac{0,151}{1} = 1,151$.

Вариант оформления исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad показан на рис. 3. Результаты модели (1) с учетом (2), (7), (9), (11) и (12) позволяют определить растянутость ленты стеблей льна формируемой в процессе теребления при изменяющихся технологических параметрах таких, как высота стеблестоя (высота стеблей) $l_{ст}$, высота теребления $l_{тер}$, показателя скоростного режима ζ.

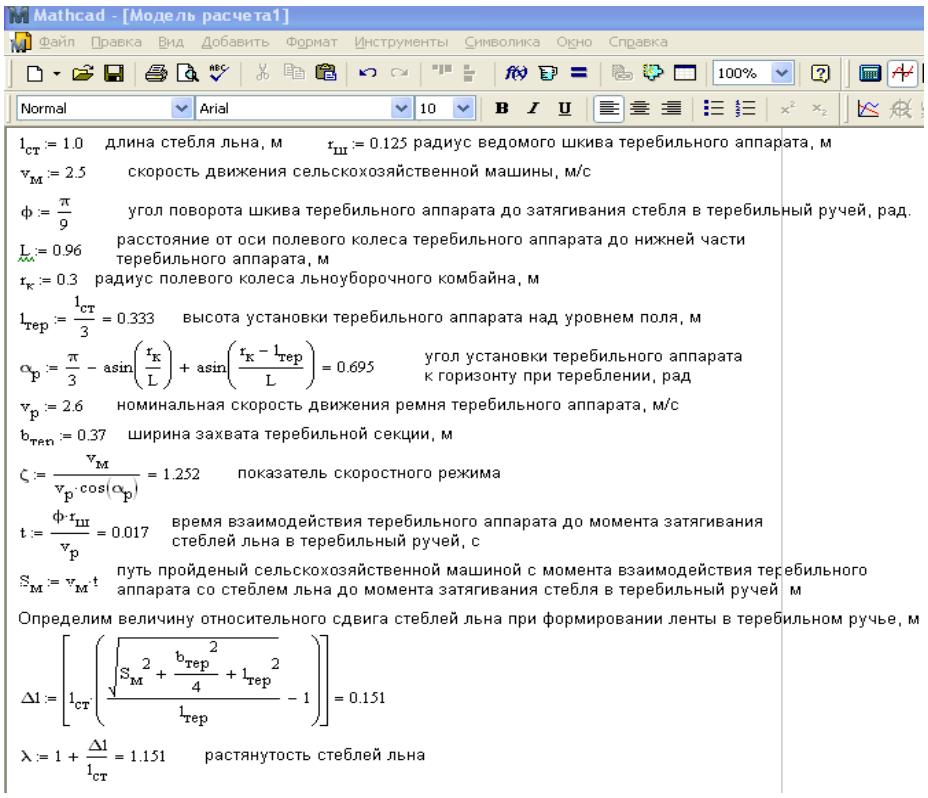


Рис. 3. Блок исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad определения растянутости ленты стеблей льна.

Заключение

Получены аналитические зависимости, позволяющие определять растянутость ленты стеблей льна, формируемой на этапе теребления теребильным аппаратом с продольными криволинейными ручьями типа ЛК-4А и «Двина-4М». Установлено, что величина растянутости ленты льна главным образом зависит от работы делителей, работы теребильного аппарата и скоростного режима льноуборочного комбайна. При разработке новой техники следует стремиться к снижению ширины захвата одной секцией теребильного аппарата, а также уменьшению угла подвода стеблей льна в теребильный ручей делителем.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики расчета и проектирования льнотеребилок и льноуборочных комбайнов с теребильным аппаратом с продольными криволинейными ручьями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорус. госуд. сельскохозяйств. академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.

2. Черников, В. Г. Изыскание и исследование рабочих органов для подъема и выравнивания лент льнотресты: дис. ... канд. техн. наук / В. Г. Черников. – Торжок, 1969. – 168 с.

3. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. Н. Кудрявцев [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 156 с.

4. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.

5. ГОСТ 33734-2016. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Комбайны и машины для уборки льна. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2017. – 73 с.

6. Зинцов, А. Н. О повышении эффективности комлеподбивания стеблей в лентах льна-долгунца / А. Н. Зинцов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 1 – С. 67–72.

7. Ковалев, М. М. Раздельная уборка льна: влияние оборачивания на растянутость стеблей и потери семян / М. М. Ковалев, В. И. Дмитриев, М. М. Русакова // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 4. – С. 6–8.

8. Зинцов, А. Н. Разработка и исследование процесса уменьшения растянутости стеблей льна-долгунца в ленте / А. Н. Зинцов, В. Н. Соколов // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2021. – № 4(4). – С. 29–35.

9. Румшинский, Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л. З. Румшинский. – М., 1971. – 192 с.

10. Ковалев, В. Б. Прогрессивная технология уборки и реализации льна / В. Б. Ковалёв // Лен и конопля. – 1983. – № 2. – С. 18–21.

11. Комаристов, В. Е. Сельскохозяйственные машины / В. Е. Комаристов, Н. Ф. Дунай. – М.: Колос, 1984. – 478 с.

12. Winter, R. Die Flachsraufmachinen und ihre technologischen und konstruktiven Probleme / Deutsche Agrartechnik. – № 7. – 1956.

13. Janiak Mieczyslaw. Wskazowki do konstukcji i obliczen podstawowy-chzespolow roboczych wyrywaczy Inu, Maszyny Rolnicze rok II, 1960, № 2 Warszava.

14. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М.: Колос С, 2004. – 624 с.

15. Маят, А. С. Теория, конструкция и расчет делителей льноуборочных машин // Труды ВНИИМСХ (ВИМ). – Москва, 1970. – Том 46. – С. 304–335.

16. Хайлис, Г. А. Элементы теории и расчета льноуборочных машин / Г. А. Хайлис. – М.: Машгиз, 1963. – 151 с.

УДК 678.742.

ВИБРОАКТИВНОСТЬ И КРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ

Г. А. КОСТЮКОВИЧ, А. В. ПОПРУКАЙЛО

ОАО «Белкард»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230026, e-mail: gsktb@belcard-grodno.com

А. С. ВОРОНЦОВ

УО ««Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230023, e-mail: a.voroncov@grsu.by»,

(Поступила в редакцию 30.03.2022)

В различных областях техники в трансмиссиях современных машин и систем для обеспечения их функциональных свойств используют карданные передачи. Эти механизмы прошли большой эволюционный путь развития конструкций и в настоящее время являются неотъемлемым агрегатом большинства современных трансмиссий.

Увеличение размеров и скоростей современных машин потребовало усложнения конструкций трансмиссий, в том числе и карданных передач. В результате в скоростных трансмиссиях стали проявляться явления резонансов колебаний, вибраций, а возникающие динамические нагрузки были причиной преждевременных отказов карданных передач и других агрегатов. Без проведения анализа конструкций, теоретических и экспериментальных исследований устранить возникающие явления не всегда представляется возможным.

Трансмиссии с карданными передачами автомобилей и других транспортных средств, а также силовых установок представляют собой сложные многомассовые колебательные системы, содержащие массы с различными моментами инерции, соединенные упругими связями различных жесткостей и совершающие в пространстве угловые и линейные перемещения при передаче энергии от двигателя к исполнительным механизмам под действием возмущения движущегося транспортного средства или работающей силовой установки.

В статье представлен анализ динамических процессов в трансмиссиях с многомассовыми колебательными системами, приведены примеры расчётных моделей колебательной системы, проанализировано влияние собственной частоты основной формы изгибных колебаний в зависимости от величины сосредоточенной массы и упругости стержня. Показано, что для большинства конструкций карданных передач различных трансмиссий при расчётах их критических скоростей достаточно исходить из значений частот собственных изгибных колебаний.

Ключевые слова: *карданная передача, виброактивность, критическая частота вращения, трансмиссия, резонанс, колебательная система.*

In various fields of technology, cardan gears are used in transmissions of modern machines and systems to ensure their functional properties. These mechanisms have gone through a long evolutionary path of design development and are currently an integral part of most modern transmissions.

The increase in the size and speed of modern machines required the complication of transmission designs, including cardan gears. As a result, the phenomena of oscillation resonances and vibrations began to appear in high-speed transmissions, and the resulting dynamic loads caused premature failures of cardan gears and other units. Without analysis of structures, theoretical and experimental studies, it is not always possible to eliminate emerging phenomena.

Transmissions with cardan gears of automobiles and other vehicles, as well as power plants, are complex multi-mass oscillatory systems containing masses with different moments of inertia, connected by elastic links of various stiffnesses and performing angular and linear movements in space when transferring energy from the engine to the actuators under the action of a disturbance of a moving vehicle or a working power plant.

The article presents an analysis of dynamic processes in transmissions with multi-mass oscillatory systems, gives examples of calculation models of an oscillatory system, analyzes the influence of the natural frequency of the main form of bending vibrations depending on the magnitude of the concentrated mass and the elasticity of the rod. It is shown that for most designs of cardan gears of various transmissions, when calculating their critical speeds, it is sufficient to proceed from the values of the frequencies of natural bending vibrations.

Key words*: cardan transmission, vibration activity, critical frequency of rotation, transmission, resonance, oscillatory system.*

Введение

Карданные передачи представляют собой сочленение одного или нескольких универсальных шарниров и трубчатых валов. Они компенсируют осевые перемещения, а также передают крутящий момент при постоянных или переменных углах между соединяемыми валами. Существует большое число модификаций карданных передач [1]. Различия их конструктивных исполнений определяется специфическими условиями эксплуатации или значениями передаваемых крутящих моментов.

Основная часть

Карданная передача (рис. 1), имея определенную массу, момент инерции, неизбежную несоосность отдельных элементов, зазоры в сочленениях конструкции, представляет собой мощный источник генерирования крутильных и изгибных колебаний, ощущаемых субъективно как вибрации, которые воздействуют на собственные узлы передачи и на конструктивно связанные с ней механизмы

транспортного средства, ускоряя износные явления контактирующих поверхностей их элементов [1-5]. При этом изгибные колебания, обусловленные дисбалансом, рассматриваются с позиции динамики роторных систем [6], то есть в процессе своей работы совершающим сложное движение, которое можно представить как суперпозицию вращения вокруг собственной оси и прецессии.

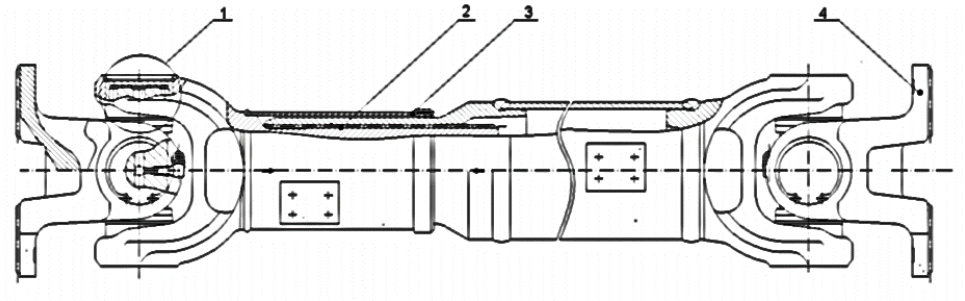


Рис. 1. Карданная передача:
1 – шарнир, 2 – шлицевое соединение, 3 – телескопическая защита, 4 –фланец-вилка крепления карданной передачи

Отказы отдельных узлов карданной передачи при наличии существенного дисбаланса часто становятся причиной преждевременного выхода из строя сопряженных с ней агрегатов (например, редукторов ведущих мостов и коробок перемены передач). Параметры валов карданной передачи должны быть выбраны как в соответствии с общепринятым расчетом критической частоты вращения, так и с учетом возможного явления синхронизации колебаний в системе «двигатель-карданная передача» [7, 8].

Повышенная металлоемкость, виброактивность, недостаточная надежность отдельных элементов или узлов, большие осевые силы, возникающие в шлицевом соединении, являются существенным недостатком многих конструкций карданных передач.

Виброактивность карданных передач (рис. 2) в трансмиссиях при передаче крутящих моментов от движений зависит от таких факторов как величина углов, изгибающие моменты в шарнирах, частоты вращения, моменты инерции валов относительно оси вращения, а также дисбаланс валов, обусловленный величинами осевых и радиальных зазоров и смещением от оси вращения центров масс элементов валов в процессе изготовления и сборки.

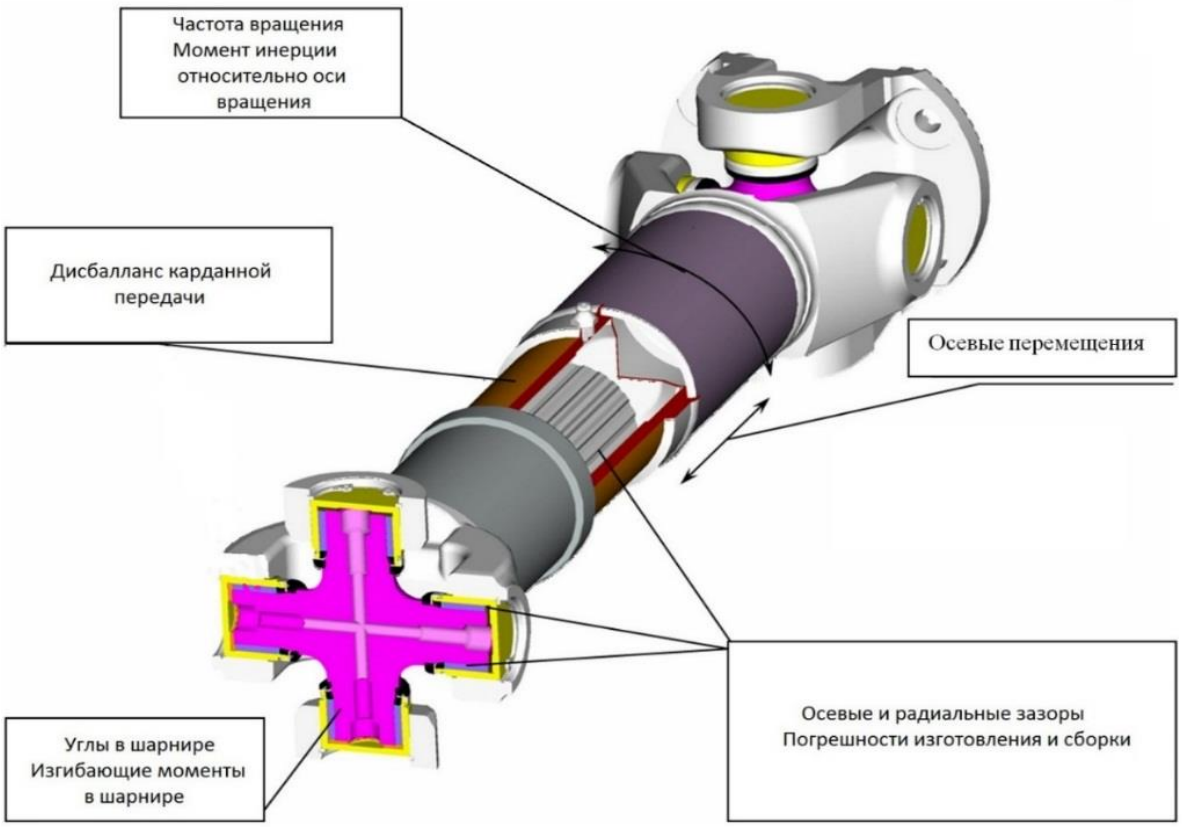


Рис. 2. Факторы виброактивности карданной передачи

С увеличением каждого из перечисленных факторов возрастает интенсивность виброактивности в трансмиссиях карданных передач. Эти факторы являются причиной возникновения в трансмиссиях различных по амплитудам крутящих и изгибающих воздействий в конструкции карданных передач, не исключая резонансов колебаний. Конструкция карданных передач по условиям надежности их работы в трансмиссиях транспортных средств и силовых установок относятся к категории валов докритической ориентации, т. е. начальные угловые скорости таких валов в трансмиссиях не должны превышать величин их критических скоростей. Критическая скорость карданной передачи – это её угловая скорость в трансмиссии, соответствующая частоте возможного резонанса крутящих и изгибающих колебаний, возникающего на карданной передаче под действием гармоник крутящего момента, неуравновешенных сил инерции вращающихся масс двигателей, изгибающих моментов в шарнирах, центробежных сил вследствие дисбаланса передачи [5].

При исследованиях динамических процессов в трансмиссиях обычно рассматривают трансмиссии с многомассовыми колебательными системами. При этом карданные передачи – это их парциальные колебательные системы.

Следовательно, частоты возможных резонансов колебаний карданных передач будут соответствовать значениям частот свободных крутящих или собственных изгибных колебаний передач как парциальных колебательных систем, исходя из параметров этих систем. Различают критические скорости карданных передач в трансмиссиях первого и второго родов. Критическая скорость первого рода – это когда скорость совпадает с частотой возникающего резонанса колебаний. Критическая скорость второго рода – это скорость в два раза меньше критической скорости первого рода. Критическая скорость второго рода может проявляться в трансмиссиях в основном при горизонтально расположенных валах карданных передач. Появление критической скорости второго рода может быть обусловлено появлением возмущений колебаний вследствие неоднородности жесткости вала совместно с действием силы от массы вала, а также действием в трансмиссии внешнего возмущения с частотой в два раза выше частоты возмущения резонанса колебаний, соответствующего критической скорости первого рода. Таким внешним возмущением могут быть неуравновешенные силы инерции второго порядка четырехтактных четырехцилиндровых рядных двигателей, если применяются такие двигатели. При критических скоростях карданных передач в результате возможных разрушений отдельных их элементов от действия нагрузок, вызванных резонансом от колебаний, нарушается устойчивое положение оси вращения передач в трансмиссиях. Для предотвращения таких явлений геометрические параметры разрабатываемых карданных передач, рассчитанные на передачу определенных величин крутящих моментов, должны проверяться на критическую скорость вращения. В большинстве расчётов критических скоростей конструкций карданных передач исходят из рассмотрения условия равновесия вращающегося вала между действующей силой, возникающей вследствие эксцентриситета, относительно оси вращения элементов вала. Расчётная модель передачи при этом представляется вращающимся упругим стержнем, расположенным на жёстких опорах по его концам и в среднем сечении стержня сосредоточена масса вала, имеющая эксцентриситет с его осью вращения [5].

Принятая такая расчётная модель колебательной системы позволяет проанализировать собственную частоту основной формы изгибных колебаний в зависимости от величины сосредоточенной массы и упругости стержня. Однако в трансмиссиях карданных передач при вращении кроме воздействия центробежных сил воспринимают возмущения колебаний от постоянной и переменной составляющих передаваемого крутящего момента, изгибающих моментов шарниров, гармоник неуравновешенных сил инерции вращающихся масс двигателей.

Поэтому в расчётах критических скоростей карданных передач более целесообразно исходить из рассмотрения колебательной системы, находящейся под воздействием обобщенного возмущения и представляющей собой вращающийся упругий вал постоянного сечения с равномерно распределённой массой по его длине. Эта колебательная система по своей структуре и источникам возмущения колебаний ближе к реальной конструкции карданной передачи в трансмиссии, в сравнении с колебательной системой содержащей сосредоточенную массу вала в середине. Использование в расчётах критических скоростей валов карданных передач такой колебательной системы даёт возможность при необходимости проанализировать не только частоту основной формы её собственных изгибных колебаний, но и частоты других форм собственных изгибных колебаний системы. Спектр частот собственных изгибных колебаний определяется по формуле (1):

$$\Omega_n^2 = \left(\frac{n\pi}{L}\right)^4 \times \left(\frac{EI}{m}\right), (n = 1,2,3 \dots) \quad (1)$$

где: EI – жесткость вала при изгибе; n – частота вращения вала; m – масса единицы длины вала; L – длина вала (расстояние между центрами карданных шарниров).

Кроме того, исходя из того, что при анализе изгибных колебаний системы учитывается обобщенный характер действующего возмущения, будут определены возможные условия возникновения резонанса колебаний при частотах собственных колебаний (2):

$$\Omega_n=\omega;\ \Omega_n=(k-1)\ \omega;\ \Omega_n=(k+1)\ \omega; \quad (2)$$

где: ω – угловые скорости передачи; k – передача гармоники переменной составляющей крутящего момента двигателя.

Для определения критической скорости, соответствующей возможному резонансу изгибных колебаний с частотой основной формы собственных изгибных колебаний системы, формула будет иметь вид (3):

$$\Omega = \frac{\pi^2}{L^2}\sqrt{\frac{EI_p}{m}} \quad (3)$$

где: E – модуль упругости; I_p – полярный момент инерции сечения вала; m – масса единицы длины вала; L – длина вала (расстояние между центрами карданных шарниров).

Для частоты второй формы собственных изгибных колебаний такой системы формула будет иметь вид (4):

$$\Omega = \frac{4\pi^2}{L^2}\sqrt{\frac{EI_p}{m}} \quad (4)$$

Для частоты третьей формы собственных изгибных колебаний такой системы формула будет иметь вид (5):

$$\Omega = \frac{9\pi^2}{L^2}\sqrt{\frac{EI_p}{m}} \quad (5)$$

На рис. 3 представлены три формы собственных изгибных колебаний не вращающейся карданной передачи с подвижным шлицевым соединением, расположенном вне карданных шарниров, полученные при стендовых испытаниях этого вала под воздействием спектра возмущающих вибраций.

Колебания первой (основной) формы характеризуются максимальным прогибом вала в его середине при резонансе колебаний.

Наибольшие прогибы вала при резонансе с собственными частотами второй и третьей форм колебаний будут наблюдаться в его сечениях, удалённых от середины вала.

Если опоры расчётной модели вала не являются абсолютно жёсткими, что характерно для реальных карданных передач в трансмиссиях, то в этом случае перемещения в опорах при резонансе с собственными частотами первой и третьей форм колебаний будут происходить в одинаковых направлениях и в противоположных направлениях при резонансе с собственной частотой второй формы колебаний.

При критической скорости карданной передачи, соответствующей резонансу с его собственной частотой первой формы колебаний, возникающие динамические нагрузки наиболее интенсивно будут действовать на элементы карданных шарниров, не исключая возможности их разрушения. На критической скорости карданной передачи, соответствующей резонансу с его собственной частотой второй формы колебаний, не исключается разрушение самой передачи под действием динамических нагрузок.

Проведённые на ОАО «Белкард» расчёты и эксперименты показали, что для большинства конструкций карданных передач различных трансмиссий при расчётах их критических скоростей достаточно исходить из значений частот собственных изгибающих колебаний валов первых трёх форм колебаний (рис. 3).

Исходя из параметров, представленных в формуле 4, и принимая, что карданная передача выполнена из стальной трубы с наружным диаметром D и внутренним диаметром d его параметры будут:

$$I_p = \frac{\pi}{64}(D^2+d^2)(D^2-d^2);$$

$$m = \frac{\pi}{4\cdot 381}(D^2-d^2)\rho;$$

где: ρ – плотность (7,86 г/см^3); $\Omega = \frac{\pi n_{\text{кр}}}{30}$; E – модуль упругости (2,03·10^3 г/см^3).

Подставляя эти данные в формулу 4, получаем формулу для расчёта критической частоты вращения карданной передачи (в системе СИ):

$$n_{\text{кр}} = 1{,}185\cdot 10^5\sqrt{D^2+d^2}\cdot\frac{1}{L^2}. \quad (6)$$

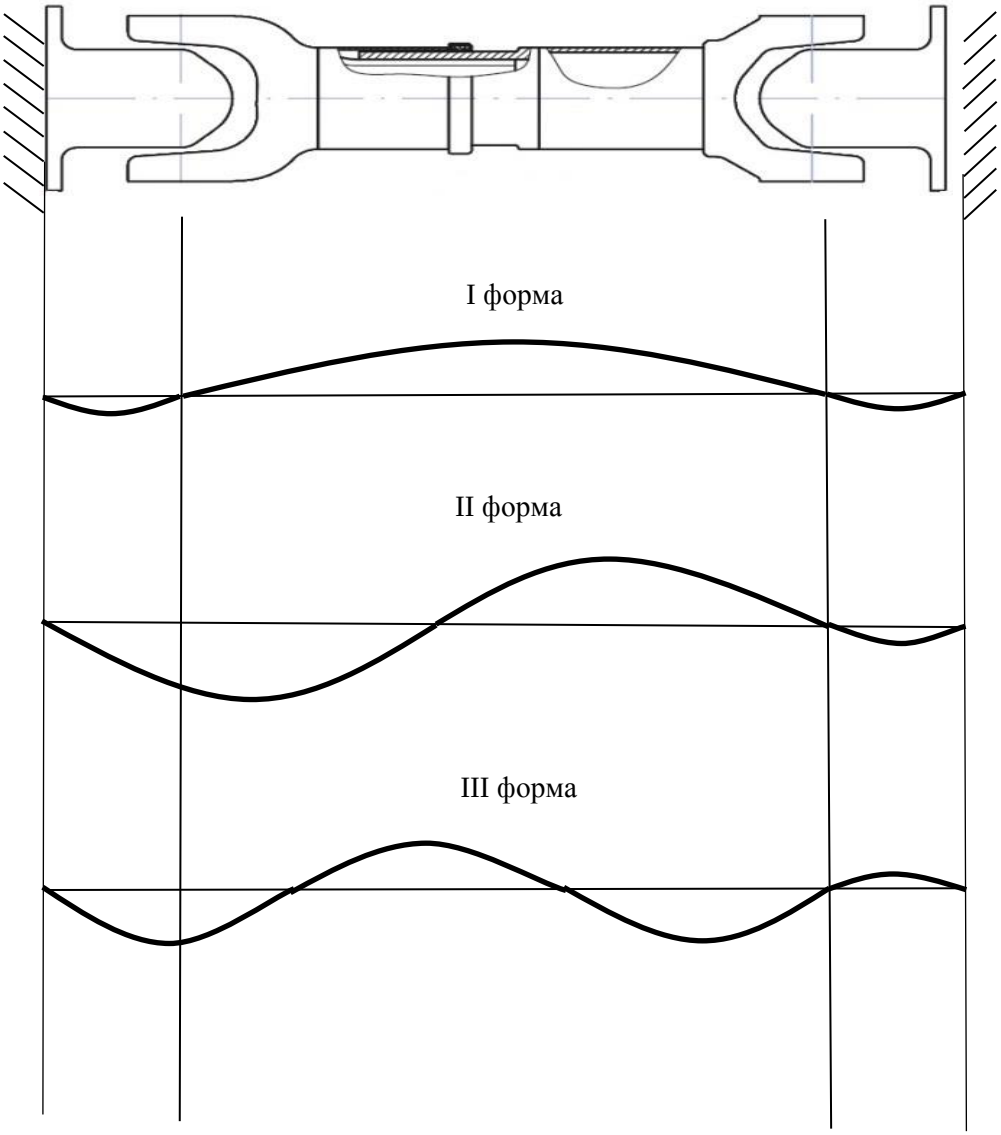


Рис. 3. Формы собственных изгибных колебаний не вращающейся карданной передачи

Заключение

Расчёты критических частот вращения карданных передач проводят без учёта зазоров в сочленениях валов, степени неравномерности распределения по длине массы вращающегося вала конкретной конструкции. В результате значения собственных частот, например, первой формы колебаний карданных передач, полученные расчётом, больше по сравнению со значением собственных частот колебаний реальных конструкций. Для обеспечения устойчивости карданной передачи при работе в трансмиссии необходимо, чтобы критическая частота вращения карданной передачи, полученная расчётами, была бы не менее чем в 1,4 раза больше его максимально возможной частоты вращения в трансмиссиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк. – Минск: Тэхналогія, 2006. – 409 с.

2. Малаховский, Я. Э. Карданные передачи / Я. Э. Малаховский, А. А. Лапин, Н. К. Веденеев. – М., 1962. – 156 с.

3. Беркер А. Х. Проектирование универсальных шарниров и ведущих валов / А. Х. Беркер. – Л., 1984. – 464 с.

4. Иванов С. Н. Трансмиссионные валы нового поколения / С. Н. Иванов // Автомобильная промышленность. – 1998. – № 11. – С. 23 –27.

5. Иванов С. Н. Карданные передачи ведущих валов трансмиссий машин и систем (конструкция, теория, расчёт, испытания, эксплуатация, ремонт) / С. Н. Иванов. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2014. – 232 с.

6. Saveliev V. A. Critical speed of propshaft and effect of forcend synchronization of straight-four engine vehicles // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 386 (2018) 012005. – DOI: 10.1088/1757-899X/386/1/012005.

7. Иванов, С. Н. Особенности расчёта карданной передачи с целью обеспечения её безопасной работы в процессе эксплуатации / С. Н. Иванов, В. А. Савельев, Н. П. Савельев // Журнал ААИ. – 2010. – № 5 (64). – С. 46–48.

8. Заславский, О. Я. Системный подход как метод исследования долговечности карданной передачи / О. Я. Заславский // Автомобильная промышленность. – 1981. – № 11. – С. 21–24.

9. Иванов, С. Н. Анализ изгибающих моментов в карданных шарнирах двухшарнирного карданного вала / С. Н. Иванов, В. П. Мамаев, Р. М. Бояришкова. – Вестник машиностроения. – 1982. – №9. – С. 15–18.

УДК 631.333:631.82

К ВОПРОСУ ЗНАЧИМОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАШИН И СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ

В. С. АСТАХОВ, Г. О. ИВАНЧИКОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 04.04.2022)

Удобрения за всю историю существования сельского хозяйства и сельскохозяйственных наук являлись одним из определяющих факторов влияния на почвенное плодородие. Ученые из различных стран солидарны во мнении, что применение удобрений способствует значительному приросту урожаев, который порой достигает от 50 до 70 %. Но, большое внимание стоит уделять также дозированию внесения удобрений, так как без применения оптимальных доз удобрений невозможно увеличить производство сельскохозяйственной продукции. Агрохимической наукой также доказано, что способ размещения минеральных удобрений в почве существенно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. Неравномерное внесение азотных удобрений в зависимости от пестроты их наличия в почве приводит к потерям урожая и накоплению в продуктах питания нитратов при избытке азота, и к недобору 25–60 % урожая и снижению эффективности применения удобрений при недостатке азота. Стоит учесть, что показатель неравномерности распределения удобрений сверх допустимого уровня должен рассматриваться не только как причина недобора урожая сельскохозяйственных культур, но и как причина потерь самих удобрений.

Обобщая проблемы неравномерности внесения минеральных удобрений, можно на примере Республики Беларусь показать, что неравномерность их внесения составляет 35–40 %, а иногда достигает и 70 %. Это связано с отсутствием проведения необходимых настроек разбрасывателей, или проведением этих настроек не на должном уровне. К тому же сама технология внесения удобрений путем применения разбрасывателей к настоящему времени практически полностью исчерпала свой потенциал. Это демонстрируют и зарубежные агрегаты для разбрасывания удобрений, показывая низкие результаты и не обеспечивают качественное внесение удобрений даже в идеальных условиях. Исходя из вышеперечисленных недостатков, мы считаем, что в настоящее время особого внимания заслуживают штанговые машины с использованием пневматических систем группового дозирования, которые имеют большой потенциал к проведению модернизаций в настоящем и будущем и способны значительно увеличить равномерность и качество внесения минеральных удобрений, а соответственно и повысить урожайность.

Ключевые слова: *минеральные удобрения, сельское хозяйство, почвенное плодородие.*

Fertilizers throughout the history of agriculture and agricultural sciences have been one of the determining factors influencing soil fertility. Scientists from various countries agree that the use of fertilizers contributes to a significant increase in yields, which sometimes reaches from 50 to 70 %. But, much attention should also be paid to the dosing of fertilizer application, since without the use of optimal doses of fertilizers it is impossible to increase the production of agricultural products. Agrochemical science has also proven that the way mineral fertilizers are placed in the soil significantly affects crop yields and soil fertility. Uneven application of nitrogen fertilizers, depending on the diversity of their presence in the soil, leads to crop losses and the accumulation of nitrates in food products with an excess of nitrogen, and a shortage of 25–60 % of the crop and a decrease in the effectiveness of fertilizer application with a lack of nitrogen. It should be taken into account that the indicator of uneven distribution of fertilizers in excess of the permissible level should be considered not only as a reason for the shortage of agricultural crops, but also as a reason for the loss of fertilizers themselves.

Summarizing the problems of uneven application of mineral fertilizers, using the example of the Republic of Belarus, it can be shown that the uneven application of mineral fertilizers is 35–40 %, and sometimes reaches 70 %. This is due to the lack of the necessary settings for the spreaders, or these settings are not carried out at the proper level. In addition, the very technology of applying fertilizers through the use of spreaders has almost completely exhausted its potential by now. This is also demonstrated by foreign fertilizer spreaders, which show poor results and do not provide high-quality fertilizer application even under ideal conditions. Based on the above shortcomings, we believe that at present, rod-type machines using pneumatic group dosing systems deserve special attention, which have great potential for modernization in the present and future and are able to significantly increase the uniformity and quality of mineral fertilizer application, and, accordingly, increase productivity.

Key words*: mineral fertilizers, agriculture, soil fertility.*

Введение

Одним из факторов управления продукционным процессом и расширенного воспроизводства почвенного плодородия являются удобрения [1]. Американские ученые в системе мер повышения урожаев наибольший удельный вес (в процентах) отводят удобрениям – 41, далее гербицидам – 13–20, благоприятным погодным условиям 15, гибридным семенам – 8, ирригации – 5, прочим факторам – 11–18. Немецкие ученые половину прироста урожая относят за счет применения удобрений, французские – даже 50–70 %. В нашей стране данные агрохимической службы и передовых хозяйств убедительно доказывают, что за счет рационального применения удобрений может быть получено до 60 и более процентов прироста урожайности сельскохозяйственных культур.

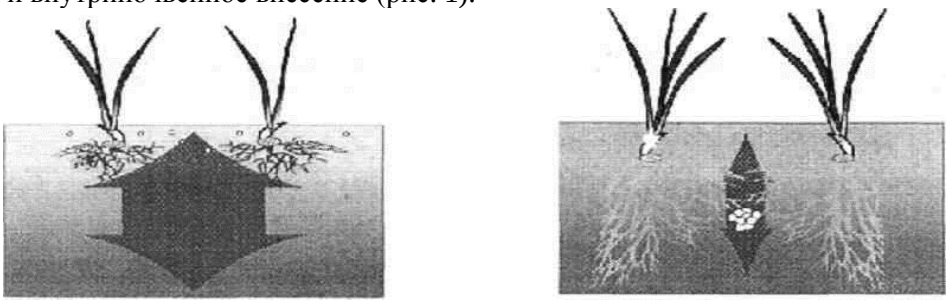
Основная часть

По данным государственной агрохимической службы в бывшем СССР 56 млн га пашни (45 %) характеризовалось низким содержанием гумуса, 43 млн га (36 %) – повышенной кислотностью,

28 млн га (23 %) – низким содержанием фосфора и 12 млн га (9 %) – низким содержанием калия, что лимитирует уровень урожайности на этих землях. Без применения оптимальных доз удобрений невозможно увеличить производство сельскохозяйственной продукции. Перспективным направлением эффективного использования удобрений является припосевное внутрипочвенное внесение основной и стартовой дозы удобрений [2]. Агрохимическими исследованиями доказана высокая эффективность локального внесения минеральных удобрений [3, 4]. Ориентированное размещение удобрений относительно корневой системы обеспечивает максимальную окупаемость удобрений и снижение загрязнения окружающей среды. Согласно концепции развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства, внесение 20 кг/га фосфора вразброс (поверхностно) дает прибавку зерна 1,0–1,5 ц/га, а при внесении в рядки с семенами – до 4,5 ц/га.

Агрохимической наукой доказано, что способ размещения минеральных удобрений в почве существенно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы [5].

По характеру размещения минеральных удобрений относительно поверхности почвы различают поверхностное и внутрипочвенное внесение (рис. 1).



Поверхностное Внутрипочвенное

Рис. 1. Способы размещения удобрений относительно поверхности почвы

Несмотря на высокую неравномерность внесения и экологическую вредность в настоящее время наибольшее распространение имеет поверхностный разбросной способ внесения. К числу наиболее значимых недостатков относится крайне неравномерное распределение удобрений по поверхности почвы, которая не должна превышать 10–20 %. Применяемые для этого технические средства такой равномерности не обеспечивают. Так, неравномерность внесения удобрений центробежными разбрасывателями доходит до 75–80 %, превышая допустимую неравномерность в 2–4 раза. Однако, согласно данным РУП «Институт почвоведенья и агрохимии», эффективность твердых минеральных удобрений находится в прямой зависимости с показателем неравномерности их внесения, т. е. снижение неравномерности внесения удобрений на 1 % приводит к увеличению прибавки урожая за их счет также на 1 %, и наоборот. Показатель неравномерности распределения удобрений сверх допустимого уровня должен рассматриваться не только как причина недобора урожая сельскохозяйственных культур, но и как причина потерь самих удобрений [6]. Следует признать, что неравномерное разбрасывание дорогих твердых минеральных удобрений приводит и к разбрасыванию своих денег, вложенных в приобретение этих удобрений. А в связи с ограниченными природными ресурсами их экономия имеет мировое значение. Подсчитано, что по этой же причине республика ежегодно не добирает более 500 тыс. тонн зерна, а также большое количество другой сельскохозяйственной продукции. Львиная доля из этого недобора является следствием использования дисковых центробежных разбрасывателей, так как обеспечить на практике высокое качество распределения удобрений этими рабочими органами не представляется возможным. Средняя неравномерность распределения минеральных удобрений в условиях Республики Беларусь составляет 35–40 %, достигая нередко 70 % и более по причине влияния многих объективных и субъективных факторов, в том числе отсутствие в стране специальных стендов для настройки этих машин. В связи с этим квалифицированных настроек этих машин в большинстве хозяйств не проводится. Но даже тщательно настроенные разбрасыватели ряда ведущих зарубежных фирм не обеспечивают качественное внесение удобрений даже в идеальных условиях. Таким образом, для условий нашей республики с крупными коллективными хозяйствами центробежные разбрасыватели не могут быть признаны экономически и экологически состоятельными и перспективными. С их помощью нельзя решить проблему качественного внесения, а следовательно, эффективного применения минеральных удобрений и не получить дополнительно упомянутые выше 500 тыс. тонн зерна в год. Поэтому усилия инженеров необходимо направить на создание машин, обеспечивающих высокое качество внесения удобрений, не зависящих от многих природных и человеческих факторов. С этой точки зрения, на наш взгляд, наибольшего внимания заслуживают штанговые машины с использованием пневматических систем группового дозирования [7].

Неравномерное внесение азотных удобрений в зависимости от пестроты их наличия в почве приводит к потерям урожая и накоплению в продуктах питания нитратов при избытке азота, и к недобору 25–60 % урожая и снижению эффективности применения удобрений при недостатке азота.

Предпочтительнее в плане повышения эффективности удобрений и снижения потерь элементов питания представляется их внутрипочвенное локальное размещение на определенной глубине за один проход машины.

Основными способами локального внесения удобрений являются: основной (до посева или при посеве), стартовый (при посеве) и подкормка (дробно-дифференцированное внесение азотных удобрений во время вегетации растений). Преимущество припосевного внесения перед допосевным, заключается в строгом размещении лент удобрений вдоль посевных рядков растений, но не вместе с семенами. При этом улучшаются условия минерального питания и роста растений в начальный период их развития, а также такое внесение удобрений обеспечивает высокую их окупаемость прибавочным урожаем. Прибавки урожая зерновых культур при рядковом внесении фосфорных удобрений с учетом действия и последействия составляют обычно 1,5–7 ц/га, а окупаемость 1 кг д.в. зерном достигает 10–20 кг [4].

Внутрипочвенное внесение основной дозы минеральных удобрений обеспечивает сельскохозяйственные культуры питательными элементами на весь вегетационный период их развития [1, 3]. Они вносятся с небольшой почвенной прослойкой от семян или растений с одной или двух сторон рядка, что позволяет избежать отрицательного влияния повышенной концентрации солей на всхожесть и прорастание семян. С учетом последнего основное минеральное удобрение, применяемое в более высоких дозах, требует и большей пространственной изоляции от семян. Чаще всего для этого используется ленточный способ. Ленты удобрений различной ширины располагаются глубже заделки семян на 5 и более см и в сторону от рядка на 5–7 и более см. При отсутствии техники для строго ориентированного размещения семян и лент удобрений в почве хорошие результаты дает и допосевное ленточное внесение основного минерального удобрения обычными зерновыми сеялками или культиваторами-растениепитателями.

Анализ показывает, что спектр способов локального размещения удобрений в почве значительно шире и разнообразнее, чем при разбросном внесении. Имеется реальная возможность для маневрирования применения удобрений по времени внесения, оптимального размещения удобрений по глубине в почве относительно корневой системы растений, снижения потери туков и повышения эффективности их применения [6].

Возможность совмещения операций по локальному внесению удобрений с основной, предпосевной и междурядной обработкой почвы, а также посевом и посадкой является важным резервом не только экономии ресурсов, но и средством уменьшения избыточного уплотнения почвы [1].

Заключение

Учитывая высокую вариабельность параметров плодородия, достигающую 100 % и более, значительно повысить эффективность удобрений и снизить уровень загрязнения окружающей среды можно посредством дифференцированного внесения удобрений [8]. Дифференцированное внесение обладает комплексом качественно новых признаков, предопределяющих: повышение окупаемости удобрений; исключение загрязнения и разрушения природной среды, более рациональное использование природных ресурсов при получении запланированной урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшин, А. А. Управление продукционными процессами в растениеводстве / А. А. Артюшин, И. Г. Смирнов // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: сб. науч. докл. XI междунар. науч.-практ. конф. – Углич, 2010. – 4.2. – С. 621–627.

2. Найдин, П. Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур / П. Г. Найдин. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 263 с.

3. Белов, Г. Д. Механизация локального внесения минеральных удобрений / Г. Д. Белов, В. А. Дьяченко. – Минск: Урожай, 1977. – 80 с.

4. Локальное внесение удобрений / Ю. И. Вахрамеев [и др.] – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 9.

5. Булаев, В. Е. Агротехнические основы и технология локального внесения удобрений / В. Е. Булаев // Способы внесения удобрений. Научные труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1976. – С. 5–40.

6. Рекомендации. Локальное внесение минеральных удобрений в различных почвенно-климатических зонах СССР при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Госагропром СССР. – М.: Союзсельхозхимия, 1988. – 64 с.

7. Астахов, В. С. Проект машины для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений при их дифференцированном применении / В. С. Астахов. Доклады ТСХА, выпуск 291 (часть 2). – Москва, 2019. – С 373–377.

8. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2022. – №1. – С. 133–136.

УДК 631.145:331.5

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРИВЛЕЧЕНИЮ И ЗАКРЕПЛЕНИЮ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ, ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ И РАЗРАБОТЧИКОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. К. ЛИПСКАЯ, А. С. ШАНТЫКО

НТЦК ОАО «Гомсельмаш»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246010

(Поступила в редакцию 10.04.2022)

На современном этапе инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь особое внимание уделяется машинно-технологической обеспеченности сельскохозяйственного производства. Это связано с тем, что сельскохозяйственная техника является гарантией высокой производительности, повышения экспортного потенциала и продовольственной безопасности страны. Следует отметить, что сегодня машины нового поколения насыщены инновационными решениями и отличаются производительностью, комфортабельностью и надежностью. Эти достижения являются результатом плодотворной работы большого числа высококвалифицированных специалистов, выполняющих научные исследования и разработки. В научной статье анализируются кадровые проблемы, с которыми в современных условиях сталкивается большинство промышленных предприятий страны, осуществляющих НИОКР.

Для обеспечения комплексного подхода к решению указанных проблем в научно-техническом центре комбайностроения ОАО «Гомсельмаш» разработана и представлена программа по привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков для выполнения научных исследований и разработок на 2021–2025 гг. Программа включает новые эффективные мероприятия, которые могут быть применены и в других научных организациях схожего профиля.

Ключевые слова: *машиностроение, разработчики, исследователи, молодые специалисты, агропромышленный комплекс.*

At the present stage of innovative development of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus, special attention is paid to the machine-technological provision of agricultural production. This is due to the fact that agricultural machinery is a guarantee of high productivity, increasing the export potential and food security of the country. It should be noted that today new generation machines are full of innovative solutions and are distinguished by performance, comfort and reliability. These achievements are the result of the fruitful work of a large number of highly qualified specialists performing research and development. The scientific article analyzes the personnel problems that most of the country's industrial enterprises that carry out R&D face in modern conditions.

To ensure an integrated approach to solving these problems, the Scientific and Technical Center for Combine Construction of Gomselmash OJSC developed and presented a program to attract and retain young specialists, researchers and developers to carry out research and development for 2021–2025. The program includes new effective measures that can be applied in other scientific organizations of a similar profile.

Key words*: mechanical engineering, developers, researchers, young specialists, agro-industrial complex.*

Введение

В настоящее время большинство промышленных организаций столкнулось с кадровыми проблемами: возросла доля работников предпенсионного и пенсионного возраста, а также отмечается утечка кадров, в том числе за пределы страны. В этой связи особую актуальность приобретает поиск новых, эффективных подходов к привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков в агропромышленный комплекс республики. Основная задача – не допустить утечку кадров, сохранить и приумножить высокий трудовой и научный потенциал работников.

Холдинг «Гомсельмаш» в рамках своей научно-инновационной и производственно-хозяйственной деятельности, опираясь на собственный многолетний опыт, передовые достижения мировых лидеров, а также экономические, информационные связи между исследователями, разработчиками, изготовителями и потребителями новой продукции, обеспечивает поддержку важнейших направлений отрасли сельскохозяйственного машиностроения – зерноуборочного, кормоуборочного, картофелеуборочного комбайностроения.

Заметим, что практически все специалисты, занимающиеся исследованиями и разработками в ОАО «Гомсельмаш» сконцентрированы в Научно-техническом центре комбайностроения (далее НТЦК). Высокая квалификация разработчиков, накопленный опыт проектирования сложных и наукоемких самоходных машин и современное технологическое оснащение экспериментального производства НТЦК позволяют выполнять разработки по основным перспективным направлениям сельскохозяйственного машиностроения, а также осуществлять изготовление опытных образцов техники на уровне лучших мировых аналогов.

В процессе проектирования в конструкции машин закладываются наиболее надежные технические решения. Как только определена правильность концепции нового изделия, начинается работа по поиску отечественных комплектующих, обладающих необходимыми параметрами и качеством.

В структуру НТЦК входят конструкторско-исследовательские отделы по направлениям создаваемой техники, лаборатории динамики, прочности и аналитической надёжности, материаловедения и

триботехники, конструкторский отдел художественного конструирования, экспериментальное производство, испытательный центр, комплекс стендовых испытаний и доводки машин.

Основная часть

Следует отметить, что согласно статистической отчетности 1-нт (наука) за 2020 г., количество работников ОАО «Гомсельмаш», выполнявших научные исследования и разработки, существенно уменьшилось относительно 2019 г. В этой связи было принято решение с целью недопущения снижения количества работников, выполняющих научные исследования и разработки, создать «Программу по привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков для выполнения научных исследований и разработок на 2021–2025 гг. (далее Программа). Такая мера позволит привлечь активных, современных людей со свежими идеями и креативным подходом к работе, сформировать благоприятные условия для развития интеллектуального и творческого потенциала сотрудников, повысить личную заинтересованность работников в достижении целей предприятия и должна являться основой кадровой политики организации.

Программа была разработана и утверждена сроком на 5 лет. Она включает мощный мотивационный пакет для поощрения и активизации инновационной и рационализаторской деятельности сотрудников. Ее общие положения включают следующую информацию: Программа подготовлена в соответствии с п.5 ст.83, п.4 ст. 84, п.4 ст.85 Кодекса Республики Беларусь об образовании [1]; Законом Республики Беларусь от 7 декабря 2009 г. № 65-З «Об основах государственной молодежной политики» [2]; Межгосударственной программой инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2030 г. [3], утвержденной Решением Совета глав Правительств СНГ 6 ноября 2020 г. и п. 13 Положения ПО-126-369-444-2021 «О выплате вознаграждения работникам ОАО «Гомсельмаш» за непрерывный стаж работы в холдинге «ГОМСЕЛЬМАШ».

Целью Программы является создание условий для привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и разработчиков (возрастом до 35 лет) для выполнения научных исследований и разработок в НТЦК ОАО «Гомсельмаш».

Задачами Программы являются следующие: 1) поиск, отбор, сопровождение во время учебы и привлечение для работы в НТЦК наиболее способных к проведению исследований и осуществлению разработок учащихся высших учебных заведений; 2) обеспечение удовлетворенности молодых специалистов, исследователей и разработчиков качеством организации и мотивации труда; 3) обеспечение условий повышения квалификации, углубленного обучения и развития в области исследований и разработок по своей специализации, а также способствование получению второй ступени высшего образования (магистратура), послевузовского образования (аспирантура), подготовке и защите кандидатской диссертации; 4) обеспечение условий карьерного роста и (или) материального стимулирования; 5) осуществление мониторинга привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и разработчиков.

Ниже приведен перечень мероприятий по привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков, представленных в Программе:

1. Мероприятия общего характера:

1.1. Довести заработную плату исследователям и разработчикам до уровня средней зарплаты, действующей в Республике Беларусь, для такого вида экономической деятельности, как научные исследования и разработки в области технических наук с учетом темпа роста показателя результативности инновационной деятельности НТЦК.

1.1.1. Разработать методику расчета показателя оценки результативности инновационной деятельности НТЦК с учетом степени новизны, сложности и наукоемкости.

1.2. Создать Совет молодых специалистов, исследователей и разработчиков НТЦК и разработать положение о его работе.

1.3. Организовать «Молодежную доску Почета» ОАО «Гомсельмаш» и разработать положение о порядке выдвижения кандидатур для занесения на доску почета.

1.4. Увеличить прием в НТЦК молодых специалистов, исследователей и разработчиков в количестве не менее 20 человек в год, путем ввода дополнительных вакансий.

1.5. С целью исключения утечки кадров, имеющих ученую степень, в бюджетные организации, вузы обеспечить доплаты за ученую степень в размере не ниже, установленных Указом Президента Республики Беларусь от 25.09.2007 г. №450 Об установлении доплат за ученые степени и звания [4].

2. Поиск, отбор, сопровождение во время учебы и привлечение для работы в НТЦК наиболее способных к проведению исследований и осуществлению разработок учащихся высших учебных заведений:

2.1. Осуществлять мониторинг учащихся в вузах (Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Белорусский государственный университет транспорта, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Белорусский национальный технический университет) с целью отбора наиболее способных из них к исследованиям и разработкам.

2.2. Направить письма руководству учебных заведений (Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Белорусский государственный университет транспорта, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Белорусский национальный технический университет) с просьбой направить в НТЦК перспективных учащихся для прохождения производственных и преддипломных практик.

2.3. Закрепить перспективных учащихся для прохождения производственных и преддипломных практик в подразделениях НТЦК, выполняющих исследования и разработки.

2.4. Направить письма руководству учебных заведений (Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Белорусский государственный университет транспорта, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Белорусский национальный технический университет) с просьбой направить в НТЦК перспективных выпускников для работы.

2.5. Заключить контракты с перспективными выпускниками учебных заведений, с их согласия, сроком не менее чем на 5 лет.

2.6. Провести дни открытых дверей в НТЦК для студентов и выпускников вузов технических специальностей.

3. Адаптация молодого специалиста:

3.1. Составить план адаптационных мероприятий для молодого специалиста: планирование целей и задач молодому специалисту на период адаптации; подготовка рабочего места.

Адаптационные мероприятия проводить в соответствии с СТП 364-418-2007 «СМК. Социально-психологические факторы стабилизации коллектива».

3.2. Разработать анкету и провести анкетирование с целью изучения увлечений.

3.3. В целях освоения должности и овладения в полном объеме должностными обязанностями за счет передачи знаний и личного опыта, вовлечения в трудовой процесс и закрепления на предприятии развивать в НТЦК систему наставничества в соответствии с ПО 324-331-2017 «СМК. Наставничество».

3.4. Обеспечение информирования о Корпоративной культуре холдинга «Гомсельмаш», о Кодексе профессиональной этики и служебного проведения холдинга «Гомсельмаш», о Коллективном договоре и других основных нормативных документах.

3.5. Обеспечить информирование: о производственных процессах; о содержании работы; о требованиях и стандартах выполнения работы; о системе отчетности; о действующей административно-хозяйственной системе; о существующих правилах и процедурах.

4. Обеспечение удовлетворенности молодых специалистов, исследователей и разработчиков качеством организации и мотивации труда:

4.1. Обеспечение оптимальных условий труда (рабочие места должны быть оборудованы современными средствами проектирования и т.п.).

4.2. Организация постоянной рубрики в газете «Сельмашевец» и телеграмм-канале с репортажами о специалистах конструкторских, конструкторско-исследовательских подразделений и лабораторий НТЦК с их спецификой.

4.3. Обеспечение условий для проведения корпоративных мероприятий, в том числе досуга.

4.4. Разработать положение по проведению конкурса работ молодых специалистов, исследователей и разработчиков. Ежегодное проведение конкурса работ с выплатой денежных средств за три первых места.

5. Обеспечение условий повышения квалификации, углубленного обучения и развития в области исследований и разработок по своей специализации, а также способствование получению второй ступени высшего образования (магистратура), послевузовского образования (аспирантура), подготовке и защите кандидатской диссертации:

5.1. Обеспечение возможности получения дополнительного образования по своей специализации (повышение квалификации, переподготовка по специальности) за счет средств организации.

5.2. Способствование получению второй ступени высшего образования (магистратура), послевузовского образования (аспирантура), в том числе за счет средств организации, а также подготовке и защите кандидатской диссертации.

5.3. Формирование программы развития молодых специалистов, исследователей, разработчиков. Разработка годового плана обучения.

5.4. Обучение молодых специалистов, исследователей и инженеров, основам подготовки научных статей по проведенным исследованиям и разработкам.

5.5. Привлечение молодых специалистов, исследователей и инженеров к участию в работе научно-практических конференций, семинаров, выставок и др.

5.6. Обучение в рамках образовательных программ по тематике «Лидерство», «Технология эффективных решений» и др.

5.7. Обучить работе с программными продуктами, связанными с выполнением производственной деятельности: работе в Creo, Windchill; работе в корпоративной информационной системе; работе в системе электронного документооборота.

5.8. Организовать проведение дополнительных обучений по специализации исследователей и разработчиков, в том числе по современным методам поиска технических решений и др. по заявке НТЦК.

6. Обеспечение условий карьерного роста и (или) материального стимулирования:

6.1. Формирование кадрового резерва на должности руководителей и специалистов и работа с ним.

7. Осуществление мониторинга привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и разработчиков:

7.1. Осуществлять мониторинг причин увольнения молодых исследователей и разработчиков и условий их работы.

7.2. Разработать инструкцию по мониторингу привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и инженеров НТЦК в области исследований и разработок по аналоги с инструкцией, разработанной Национальной академией наук Беларуси для молодых ученых.

7.3. Осуществлять мониторинг привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и инженеров НТЦК.

Заметим, что все мероприятия разрабатывались с учетом специфики деятельности ОАО «Гомсельмаш». Для их выполнения назначены ответственные исполнители из числа работников ОАО «Гомсельмаш» и определены сроки.

Программа направлена на поиск талантливой молодежи среди учащихся и выпускников ведущих специализированных государственных вузов. Предпочтение отдается учащимся очных отделений, которые на протяжении учебной жизни показали положительные результаты в изучении специальных дисциплин. Им предоставляются рабочие места сначала для прохождения производственных и преддипломных практик, после обеспечивается трудоустройство. Программа предусматривает развитие и обучение специалистов как в процессе работы, так и путем проведения семинаров и тренингов внутри организации, а также предоставляет возможность получения дополнительного образования по своей специализации (повышение квалификации, переподготовка) за счет средств организации. Приветствуется получение второй ступени высшего и послевузовского образования, в том числе за счет средств организации.

Разработаны мероприятия по адаптации молодых специалистов, исследователей и разработчиков, которые призваны облегчить вхождение новых сотрудников в организацию, по обеспечению их удовлетворенности качеством организации и мотивации труда, а также по созданию условий карьерного роста и (или) материального стимулирования. Еще одним важным направлением является – осуществление мониторинга привлечения и закрепления молодых специалистов, исследователей и разработчиков.

Необходимо отметить, что Программа была утверждена только во второй половине 2021 г., следовательно, выполнение большего числа мероприятий запанировано на 2022–2025 гг. В настоящее время ведется активная работа по их реализации. О первых результатах и соответственно эффективности Программы можно будет говорить не ранее чем через год.

Заключение

Следует отметить, что формирование инновационного агропромышленного комплекса страны невозможно без решения кадровых проблем, ведь именно инженерно-технические специалисты, занятые научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, способны вывести экономику Республики Беларусь на новый этап развития. В настоящее время молодые специалисты являются наиболее перспективной, экономически активной категорией трудовых ресурсов, обладающей потенциалом инновационного развития.

В этой связи разработана Программа по привлечению и закреплению молодых специалистов, исследователей и разработчиков для выполнения научных исследований и разработок на 2021–2025 гг. Все ее положения и мероприятия направлены на то, чтобы не допустить утечки кадров, сохранить и приумножить высокий трудовой и научный потенциал работников НТЦК ОАО «Гомсельмаш».

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекса Республики Беларусь об образовании: Закон Республики Беларусь, 13 января 2011 г. № 243-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk1100243. – Дата доступа: 21.06.2021.

2. Об основах государственной молодежной политики: Закон Республики Беларусь, 7 декабря 2009 г., № 65-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/zakon_rb_ob_osnovah_gosudarstvennoj_molodezhnoj_politiki.htm. – Дата доступа: 21.06.2021.

3. О межгосударственной программе инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2030 года: Решение Совета глав Правительств Содружества Независимых Государств, 6 ноября 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gknt.gov.by/upload/Deyatelnost/mezhd_deyatelnost/mgp2030.pdf. – Дата доступа: 21.06.2021.

4. Об установлении доплат за ученые степени и звания: Указ Президента Республики Беларусь, 25 сентября 2007 г., № 450 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mshp.gov.by/documents/trud/e3cf8abfce85fa84.html. – Дата доступа: 02.02.2015.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 631.6

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ ПРИ РАЗНЫХ СЦЕНАРИЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАТЫ НАЧАЛА ПОЛИВА

И. А. РОМАНОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 03.03.2022)

Изменение климата и увеличение частоты засушливых явлений меняет роль оросительных мелиораций в Беларуси. Из средства интенсификации сельского хозяйства орошение постепенно преобразуется в средство сохранения урожая. В статье выполнено сравнение разных сценариев определения даты полива многолетних трав и определено количество воды, которое расходуется на орошение. В первом сценарии поливы производятся при отсутствии осадков за интервал времени, во втором сценарии используется научно обоснованный метод водного баланса почвы.

Установлено, что планирование даты полива по атмосферным осадкам (сценарий 1) требует в среднем большую величину оросительной нормы. При обеспеченности по осадкам выше 66 %, поливы через 10 дней не позволяют компенсировать дефицит почвенной влаги, так как за время вегетации наблюдается более 35 дней с влагозапасами менее 60 % от наименьшей влагоемкости. При поливе по достижению влажности нижнего предела в 60 % от наименьшей влагоемкости в засушливые годы (обеспеченность по осадкам выше 66 %) величина оросительной нормы больше в среднем на 38 мм. Однако снижение влагозапасов ниже установленного предела при данном сценарии не допускается и потери урожая не наблюдаются. При обеспеченности по осадкам ниже 66 %, растет экономия воды при использовании сценария 2. Расчеты показали, что оросительная норма в среднем меньше на 22 мм по сравнению со сценарием 1. Для сценария 1 наблюдается снижение влагозапасов ниже оптимальных пределов, в среднем на 8 суток за вегетацию.

Точное определение даты полива путем водобалансовых расчетов является существенным резервом экономии ресурсов при орошении.

Ключевые слова: *орошение, водопотребление, оросительная норма, наименьшая влагоемкость, водный баланс.*

Climate change and an increase in the frequency of drought events are changing the role of irrigation melioration in Belarus. From a means of intensifying agriculture, irrigation is gradually being transformed into a means of preserving crops. The article compares different scenarios for determining the date of irrigation of perennial grasses and determines the amount of water that is spent on irrigation. In the first scenario, irrigation is carried out in the absence of precipitation for a time interval, in the second scenario, a scientifically based method of soil water balance is used.

It has been established that planning the irrigation date based on precipitation (scenario 1) requires, on average, a large irrigation rate. If the rainfall is higher than 66%, irrigation after 10 days does not allow compensating for the deficiency of soil moisture, since more than 35 days are observed during the growing season with moisture reserves of less than 60 % of the lowest moisture capacity. During irrigation, when the humidity reaches the lower limit of 60 % of the lowest moisture capacity in dry years (precipitation availability is above 66 %), the irrigation norm is on average 38 mm higher. However, a decrease in moisture reserves below the established limit under this scenario is not allowed and no crop losses are observed. When the rainfall is below 66 %, water savings increase when using scenario 2. Calculations showed that the irrigation rate is on average 22 mm less than in scenario 1. For scenario 1, there is a decrease in moisture reserves below the optimal limits, on average by 8 days per vegetation.

Accurate determination of the date of irrigation by water balance calculations is a significant reserve for saving resources during irrigation.

Key words*: irrigation, water consumption, irrigation rate, minimum moisture capacity, water balance.*

Введение

Территорию Беларуси принято относить к зоне с достаточным увлажнением. Однако анализ природно-климатических изменений за последние 30 лет показывает рост количества засушливых периодов и неравномерность распределения атмосферных осадков внутри вегетационного сезона. С 1989 г. наблюдается самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет [1]. В результате изменения климата частым явлением стали теплые зимы, волны тепла, раннее наступление весны и экстремально высокие температуры воздуха в летний период. Агроклиматические области сместились на 100–150 км на север, а на юге Белорусского Полесья образовалась четвертая новая, более теплая

агроклиматическая область [2]. В данных условиях оросительные мелиорации из средства интенсификации сельского хозяйства в обозримом будущем могут стать средством сохранения урожая.

Орошение получило свое развитие на территории Республики Беларусь сравнительно недавно. В 60-х годах прошлого века начали проводить первые опыты по орошению овощных культур в производственных условиях. В настоящие время накоплен практический опыт орошения различных культур. В работах А. П. Лихацевича [3], М. Г. Голченко [4], В. И. Желязко [5] и др. отражены фундаментальные положения по орошению в природно-климатических условиях Беларуси. Исследования по орошению за последние несколько лет таких культур, как японское просо [6, 7], многолетние травы [8, 9], сахарная свекла [10, 11], соя [12] показывают значительные прибавки урожая и экономическую эффективность применения орошения в современных экономических условиях.

Однако анализ научных работ показывает недостаточную разработанность вопроса по определению сроков полива. Классическое определение динамики влажности почвы термостатно-весовым способом, широко используемом при проведении полевых опытов на небольших делянках, трудно использовать в производственных условиях. Использование цифровых датчиков влажности почвы требует дорогостоящего импортного оборудования и, при наличии значительных площадей оросительных массивов, является экономически нецелесообразным. Таким образом, наибольшее распространение получили расчетные методы определения сроков полива и динамики влажности почвы. К примеру, метод водного баланса почвы, который учитывает приходные (осадки, поливы) и расходные (водопотребление, поверхностный и внутрипочвенный сток) элементы позволяет определить не только текущую динамику влажности почвы, но и позволяет провести ретроспективный анализ водного баланса [13, 14]. Это позволяет проанализировать многолетние данные и установить оптимальный режим орошения.

Основная часть

Проанализируем с помощью ретроспективного расчета методом водного баланса почвы различные сценарии определения даты начала полива и определим количество затраченной воды на орошение за вегетационный период (оросительную норму).

Первый сценарий определения даты полива – это полив по атмосферным осадкам. Полив производится при отсутствии атмосферных осадков за интервал времени. Данный сценарий не учитывает влагозапасы почвы и оптимальные пределы влажности почвы. Однако определение даты начала полива не требует дополнительных затрат и усилий. В качестве интервала времени без осадков мы примем ЕЗП (единичный засушливый период). ЕЗП – это интервал времени в 10 суток, за который выпало менее 5 мм осадков [15].

Второй сценарий определения даты полива – это полив при достижении заданного предела влажности почвы. В мелиоративной практике принято использовать % влажности почвы от наименьшей влагоемкости. Данный сценарий позволяет обеспечить оптимальные условия влажности почвы и оптимизировать затраты на полив. В данном случае за нижний предел влажности почвы мы примем 60 % от наименьшей влагоемкости. Данный предел влажности почвы близок к влажности разрыва гидростатических связей между водами в капиллярах супесчаных почв, прекращение ее перемещения к корням растений. Дальнейшее снижение почвенных влагозапасов может привести к значительным потерям урожая.

Величину оросительной нормы мы оценим путем ретроспективного расчета водного баланса почвы за период с 1980 по 2016 годы. Осадки и максимальная температура воздуха приняты по метеостанции Минск (ВМО 26850), как характеризующие климатические условия центральной части Республики Беларусь. В качестве орошаемой культуры использовались биотермические коэффициенты многолетних трав трехукосного использования [16]. Почвы супесчаные с наименьшей влагоемкостью для слоя 0–50 см равной 100 мм. Расчетный интервал принят – 1 сутки. Начальные влагозапасы приняты равными наименьшей влагоемкости. Поливная норма – 20 мм. Водобалансовый расчет велся с 21 апреля по 30 сентября по формуле:

$$W_k = W_H + (P + m) - (\varphi E + C), \quad (1)$$

где W_k – конечные влагозапасы; W_H – начальные влагозапасы, P – осадки; m – поливная норма; φ – коэффициент, учитывающий увлажненность почвы, E – эвапотранспирация культуры, C – внутрипочвенный сток.

Водопотребление многолетних трав определялась по формуле (2):

$$E = 0{,}1 K_{tm} . \sum t_m , \quad (2)$$

где E – эвапотранспирация культуры; $K_{tm.}$ – биотермический коэффициент культуры, $\sum t_m$ – сумма максимальных суточных температур за предыдущие дате расчета 10 суток.

Биотермические коэффициенты для многолетних трав, как и коэффициент, учитывающий увлажненность почвы, взяты согласно рекомендациям [16]:

$$\varphi = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{W_{нв}}{W_н} - 1\right)^2\right], \quad (3)$$

где $W_{нв}$ – наименьшая влагоемкость; $W_н$ – влагозапасы на начало суток.

Внутрипочвенный сток определялся по формуле (4):

$$C = \left(W_H - E_m - W_{HB}\right)\left(\frac{t}{T}\right)^a + P\left(\frac{t}{T}\right)^b, \quad (4)$$

где C – внутрипочвенный сток; t – продолжительность расчетного интервала (одни сутки); T – количество суток до полного стекания гравитационной влаги из расчетного слоя (двое суток); a и b – эмпирические коэффициенты, для супесей равны 0,25 и 1,0 соответственно [16].

Полученные результаты водобалансовых расчетов при разных сценариях орошения отражены в таблице.

Величина оросительной нормы при разных сценариях орошения за 1980–2016 гг. на супесчаных почвах

Обеспеченность по осадкам, %	Атмосферные осадки за вегетацию, мм	Оросительная норма (М) при разных сценариях орошения, мм				ΔM = M₁ – M₂,
		Сценарий 1		*Сценарий 2*		
		Количество дней с влагозапасами менее 0,6 НВ	Оросительная норма (M_1)	Количество дней с влагозапасами менее 0,6 НВ	Оросительная норма (M_2)	
98,1	219,3	41	160	0	200	-40
95,5	232,2	42	120		180	-60
92,8	248,6	15	220		220	0
90,1	255,1	80	120		200	-80
87,4	257,5	63	120		180	-60
84,8	264,9	27	100		120	-20
82,1	286,4	39	100		160	-60
79,4	289,9	6	140		140	0
76,7	325,8	9	120		140	-20
74,1	340,6	19	80		100	-20
71,4	340,7	35	100		160	-60
68,7	345	44	60		100	-40
66	**347,4**	**0**	**120**		**20**	**100**
63,4	348,2	6	100		80	20
60,7	350,8	22	120		140	-20
58	356,4	0	120		80	40
55,3	360,2	11	120		120	0
52,7	365	11	80		60	20
50	365,8	5	100		100	0
47,3	369,1	0	120		100	20
44,7	395,1	9	100		100	0
42	406,1	1	80		80	0
39,3	408	12	80		80	0
36,6	412,1	0	100		20	80
34	413,9	29	100		120	-20
31,3	416,1	14	60		60	0
28,6	423,7	7	100		120	-20
25,9	424,1	0	80		40	40
23,3	429,9	0	160		40	120
20,6	438,1	5	100		40	60
17,9	442,3	6	120		100	20
15,2	456,2	0	60		40	20
12,6	475,6	16	100		80	20
9,9	516,5	0	120		100	20
7,2	519,2	20	40		40	0
4,5	548,4	19	40		60	-20
1,9	616,9	0	60		0	60
Среднее		**17**	**103**		**101**	**∑=100**

По результатам ретроспективного расчета за 1980–2016 гг., на супесчаных почвах практически в каждый год требуется дополнительное увлажнение. При поливе по сценарию 1, оросительная норма изменялась от 40 мм до 220 мм, при сценарии 2 – от 0 мм до 220 мм. При этом полив не требовался только при обеспеченности по осадкам в 1,9 %.

Анализ таблицы показывает, что планирование даты полива по атмосферным осадкам (сценарий 1) требует в среднем большую величину оросительной нормы. Назначение даты полива по атмосферным осадкам позволило только в 7 расчетных годах из 37 сохранить уровень влажности почвы на достаточном уровне (количество дней с влагозапасами менее 0,6 НВ равны нулю). При обеспеченности по осадкам выше 66 %, поливы через 10 дней не позволяют компенсировать дефицит почвенной влаги, так как за время вегетации наблюдается более 35 дней с влагозапасами менее 60 % от наименьшей влагоемкости. При поливе по достижению влажности нижнего предела в 60 % от наименьшей влагоемкости в засушливые годы (обеспеченность по осадкам выше 66 %) величина оросительной нормы больше в среднем на 38 мм, причем снижение влагозапасов ниже установленного предела при данном сценарии не допускается, а следовательно, и потери урожая не наблюдаются. При обеспеченности по осадкам ниже 66 %, растет экономия воды при использовании сценария 2. Расчеты показали, что оросительная норма в среднем меньше на 22 мм по сравнению со сценарием 1. Для сценария 1 также наблюдается снижение влагозапасов ниже оптимальных пределов, в среднем на 8 суток за вегетацию.

Заключение

Оросительные мелиорации в условиях изменения климата являются одной из возможностей сохранить и приумножить урожай. Ретроспективные расчеты водного баланса супесчаных почв при выращивании многолетних трав показывают нам необходимость дополнительного орошения вне зависимости от обеспеченности по осадкам.

Рассмотренные нами сценарии определения даты начала полива показывают, что полив по атмосферным осадкам, несмотря на простоту, имеет ряд серьезных недостатков. Полив по атмосферным осадкам не всегда обеспечивает оптимальный водный режим почв для растений, при обеспеченности по осадкам выше 66 %, поливы через 10 дней не позволяют компенсировать дефицит почвенной влаги, так как за время вегетации наблюдается более 35 дней с влагозапасами менее 60 % от наименьшей влагоемкости. Величина оросительной нормы больше в среднем на 38 мм, чем полив по сценарию 2, с точным определением даты полива.

Таким образом, точное определение даты полива путем водобалансовых расчетов является существенным резервом экономии ресурсов при орошении. Развитие оросительных мелиораций залог высоких урожаев при изменении климата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник, В. И. Основные результаты мониторинга изменения климата на территории Республики Беларусь / В. И. Мельник // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 6–7 апреля 2016, Брест (Республика Беларусь). – Брест, 2016. – С. 228–235.

2. Оценка агроклиматических ресурсов территории Беларуси за период с 1989 по 2015 г. / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 88–101.

3. Лихацевич, А. П. Управление режимом орошения сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. А. Романов // Мелиорация. – 2019. – № 2(88). – С. 18–25.

4. Голченко, М. Г. Способы и устройства для совершенствования оперативного управления эксплуатационными режимами орошения дождеванием / М. Г. Голченко, Д. А. Емельяненко, Д. В. Яланский // Мелиорация. – 2016. – № 1(75). – С. 21–25.

5. Желязко, В. И. О пригодности сточных вод предприятий агропромышленного комплекса для удобрительного орошения / В. И. Желязко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 122–130.

6. Желязко, В. И. Влияние минеральных удобрений и орошения дождеванием на урожайность японского проса в северо-восточной части Республики Беларусь / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 20–23.

7. Лукашевич, В. М. Экономическая и энергетическая оценка возделывания японского проса на зеленую массу при дождевании / В. М. Лукашевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 116–119.

8. Романов, И. А. Анализ потерь внутрипочвенной влаги на сток при разных режимах орошения многолетних трав / И. А. Романов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 206–210.

9. Алехина, Ю. В. Особенности биологического развития клевера лугового при дополнительном увлажнении дождеванием / Ю. В. Алехина, Д. А. Дрозд // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции, Тверь, 25 сентября 2020 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 93–99.

10. Набздоров, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях Востока Беларуси / С. В. Набздоров // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 140–143.

11. Набздоров, С. В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздоров // Мелиорация. – 2019. – № 4(90). – С. 66–73.

12. Дуброва, Ю. Н. Перспективы культивирования сои в условиях Республики Беларусь / Ю. Н. Дуброва, Е. А. Вчерашний // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2021 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 148–149.

13. Романов, И. А. Использование ретроспективной метеоинформации в расчетах водного баланса почвы / И. А. Романов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 196–200.

14. Левшунов, И. А. Зависимость поверхностного стока от основных почвенно-климатических факторов в условиях Северо-Восточной части Беларуси / И. А. Левшунов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 123–125.

15. Вихров, В. И. Ретроспективные расчеты и пространственно-временная изменчивость сезонных показателей водного режима почв на территории Беларуси / В. И. Вихров. – Горки, 2019. – 176 с.

16. Рекомендации по управлению дождеванием в производственных условиях, обеспечивающему за счет оперативности и повышения качества полива условия для получения максимальной прибыли от орошения сельскохозяйственных культур: рекомендации / А. С. Анженков [и др.]. – Минск: РУП «Институт мелиорации», 2020. – 38 с.

УДК 631. 587 (075.3)

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ИНЪЕКЦИОННОГО ОРОШЕНИЯ

Л. М. МИРСАЛАХОВА

Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, AZ2000; e-mail: lamiyamirsalahova@gmail.com

(Поступила в редакцию 15.03.2022)

Статья посвящена методике гидравлического расчёта системы инъекционного орошения, предназначенной для полива плодовых деревьев, виноградников, декоративных кустов и садов, а также других растений. Система инъекционного орошения является наиболее прогрессивной техникой полива, применение которой позволяет полностью предотвратить потери воды на фильтрацию и физическое испарение, а также сэкономить оросительной воды в 2–3 раза по сравнению с другими системами орошения. Однако, эта система изучена крайне мало и нет конкретной методики для её гидравлического расчёта и проектирования. Предложенный метод может быть использован при проектировании подобных систем. Изложена последовательность расчёта и проектирования, а также сущность метода на конкретном примере. Установлено, что в системе инъекционного орошения потеря напора происходит в основном в магистральном трубопроводе, однако в распределительных и поливных трубопроводах практически нет потери напора, что связано с наличием малого расхода воды в этих трубопроводах и равномерным распределением (раздачей) воды в распределительных и поливных трубопроводах. На основе конкретного примера выяснено, что для работы системы инъекционного орошения не требуется высокого рабочего напора. Она способна работать даже при низком рабочем напоре, что позволяет её применять в предгорных и горных зонах. При этом рабочий напор, необходимый для работы системы, создаётся за счёт уклона, при котором образуется напор за счёт разности естественных отметок поверхности земли. В этих условиях отпадает необходимость в возведении водонапорных башен.

Ключевые слова: *система инъекционного орошения, гидравлический расчёт, рабочий напор, потеря напора, инъектор.*

The article is devoted to the method of hydraulic calculation of the injection irrigation system intended for watering fruit trees, vineyards, ornamental bushes and gardens, as well as other plants. The injection irrigation system is the most advanced irrigation technique, the use of which allows you to completely prevent water losses due to filtration and physical evaporation, as well as save irrigation water by 2–3 times compared to other irrigation systems. However, this system has been studied very little and there is no specific methodology for its hydraulic calculation and design. The proposed method can be used in the design of such systems. The sequence of calculation and design, as well as the essence of the method are outlined on a specific example. It has been established that in the injection irrigation system, the pressure loss occurs mainly in the main pipeline, but there is practically no pressure loss in the distribution and irrigation pipelines, which is due to the presence of a small water flow in these pipelines and the uniform distribution of water in the distribution and irrigation pipelines. Based on a specific example, it was found that a high operating pressure is not required for the operation of an injection irrigation system. It is able to work even at low operating pressure, which allows it to be used in foothill and mountainous areas. At the same time, the working pressure necessary for the operation of the system is created due to the slope, at which pressure is formed due to the difference in the natural elevations of the earth's surface. Under these conditions, there is no need to build water towers.

Key words*: injection irrigation system, hydraulic calculation, operating pressure, pressure loss, injector.*

Введение

Азербайджанская Республика находится в аридной зоне и здесь количество атмосферных осадков в 3–4 раза меньшее испаряемости. Республика почти полностью зависит от орошения для развития сельского хозяйства. Несмотря на это, водные ресурсы крайне ограничены, так как по своим внутренним водным ресурсам республика занимает одно из последних мест среди Закавказских республик. Так, ресурсы речных вод на единицу площади и на одного человека в Азербайджане соответственно в 7,2 и 8,3 раза меньше, чем в Грузии. Из суммарного объема 23,2 км^3 всех речных вод республики только 10,3 км^3 формируется ее на территории, а остальной объём за её пределами [1, с. 6]. При этом из года в год потребность в воде растёт, только в сельском хозяйстве она составляет от 7 до 12 км^3 [2, с. 78]. В последнее время в связи с глобальным изменением климата происходит интенсивное уменьшение как поверхностных, так и подземных вод. По данным Всемирного Банка, водные ресурсы Азербайджана до 2050 года уменьшатся на 9,5–11,5 км^3 [3, с.101].

В связи с этим как в Азербайджане, так и в аридных зонах стоит вопрос всемерного предотвращения потери оросительной воды при транспортировке и использовании её на орошаемых полях. Для экономного и эффективного использования воды специалистами разработаны различные системы орошения.

Одной из водосберегающих систем орошения является система капельного орошения [4, с. 140–142; 5, с. 97–100; 6, с. 113–119; 7, с. 33–40]. Капельное орошение, в частности, системы капельного орошения имеют ряд преимуществ по сравнению с обычными способами и техниками полива. При капельном орошении вода малыми расходами непосредственно подаётся в корнеобитаемую зону рас-

тений, резко снижается потеря воды на фильтрацию, отсутствует поверхностный сток и т.д. Однако, анализ работы системы капельного орошения показывает, что она имеет ряд недостатков: капельницы быстро закупориваются; требуется специальные фильтры для очистки воды; из-за прямого попадания воды на поверхность почвы происходит интенсивное испарение, что проводит к потерям воды и т. д.

Также известны системы инъекционного орошения, позволяющей предотвратить потери воды на испарение, уменьшить объём воды, поданной на орошение в 2–3 раза по сравнению с другими видами поливов [6, с.121–128; 7, с. 37–38]. Однако, предложенные системы инъекционного орошения имеют ряд недостатков, к числу которых относятся несовершенность конструкции системы в целом и ее рабочих органов. Учитывая это, нами разработана более совершенная система инъекционного орошения, содержащая насосную установку с аванкамерой, водонапорную башню (резервуар), устройство для приготовления и подачи в систему удобрений, магистральный, распределительные и поливные трубопроводы, датчики влажности, дистанционно управляемые задвижки, пульт управления и инъекторы (рис.1) [8, с. 42–49].

Отметим, что система инъекционного орошения изучена мало и почти не имеется конкретной методики для её гидравлического расчёта и проектирования. В связи с этим **целью исследований** является разработка методики для гидравлического расчёта системы инъекционного орошения и тем самым для её проектирования.

Основная часть

Методика гидравлического расчёта системы инъекционного орошения разработана путём изучения законов гидравлики, гидравлических расчётов простых, сложных длинных и разветвлённых трубопроводов, работы системы водоснабжения и водоотведения, изложенных в различных литературных источниках [9, 10, 11, 12]. Изучены также работы специалистов по гидротехнической мелиорации [4, 5, 6, 13], орошаемому земледелию [14] и по дренажу [15].

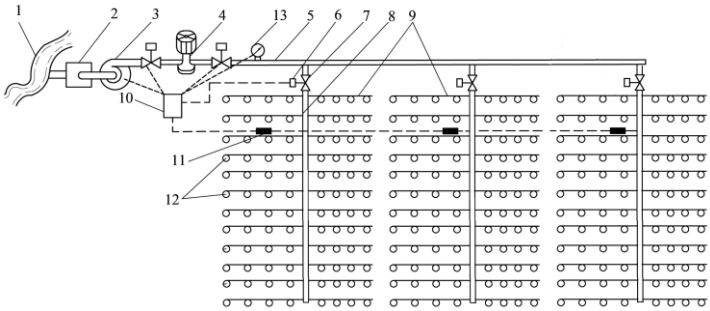


Рис. 1. Принципиальная схема системы инъекционного орошения: 1 – водоисточник; 2 – аванкамера; 3 – насос; 4 – водонапорная башня с устройством для приготовления и подачи воды в систему удобрений, 5 – магистральный трубопровод; 6 – датчик;7 – задвижка;8 – распределительные трубопроводы; 9 – поливные трубопроводы; 10 – пульт управления; 11 – датчик влажности; 12 – инъекторы; 13 – водомер

Гидравлический расчёт системы инъекционного орошения заключается в следующем:

– установление общего количества расхода воды, необходимого для орошения растений и расчёта системы;

– определение диаметров магистрального, распределительных и поливных трубопроводов и средней скорости воды в них;

– определение потери напора в трубопроводах и в целом в системе;

– определение расхода одного инъектора, т. е. его водопропускной способности.

Установление общего количества и расхода воды, необходимого для орошения растений и расчёта системы. Количество и расход воды, необходимые для орошения культуры и расчёта системы, устанавливаются на основе оросительной нормы $M_{ор}$ конкретного растения. В орошаемом земледелии и оросительной мелиорации для гидравлического расчёта оросительной системы значение оросительной нормы можно определяется либо расчётным путём, либо с использованием данных, полученных на основе многолетних экспериментальных исследований в конкретном регионе [13, 14].

В известных методах при определении оросительной нормы предполагается, что этой нормой увлажняется вся площадь орошаемого поля. Однако при орошении инъекционным способом увлажняется только корнеобитаемая зона растений. При этом оросительная норма уменьшается и определяется по зависимости:

$$M_{ин}=KM_{ор}, \quad (1)$$

где $M_{ор}$, $M_{ин}$ – соответственно оросительная норма при обычном и инъекционном орошении, м^3/га; К – коэффициент уменьшения увлажняемой площади почвы и определяется следующим образом:

$$K = \frac{FN}{1000}, \quad (2)$$

где F – площадь контура увлажнения в корнеобитаемой зоне растения, м^2; N–количество растений в одном гектаре; 10000 – выражение одного гектара в м^2.

Общее количество воды V (м^3), необходимое для орошения растений за вегетационный период, определяется по формуле:

$$V = M_{ин}\,\Omega\,, \quad (3)$$

где Ω – общая площадь орошаемого поля, га; $M_{ин}$ – оросительная норма при инъекционном способе орошения, м^3/га.

На основе общего количества (объёма) воды и продолжительности орошения за период вегетации *t* устанавливается расход воды для гидравлического расчёта системы инъекционного орошения по следующей известной формуле:

$$Q = \frac{V}{t}\,. \quad (4)$$

Гидравлический расчёт магистрального трубопровода. В общей сложности гидравлический расчёт трубопроводов системы инъекционного орошения заключается в определении диаметров *d* трубопроводов, средней скорости воды *v* в трубопроводе (при необходимости) и потери напора (h_f). Для определения диаметра трубопровода *d* существуют различные подходы и формулы. Одной из простейших формул является унифицированная формула, приведённая в работе [15, с. 75]:

$$d = \left(\frac{nQ}{0{,}312\sqrt{i}}\right)^{\frac{3}{8}}, \quad (5)$$

где Q – расход воды в трубопроводе, м^3/сек; n – коэффициент шероховатости; i – гидравлический уклон.

Значение n для труб, изготовленных из полимерных и пластмассовых материалов, составляет 0,012.

Средняя скорость воды *v* в трубопроводе определяется по унифицированной формуле [15, с.75]:

$$v = \frac{0{,}397}{n}\, d^{\frac{2}{3}}\sqrt{i}\,, \quad (6)$$

где *d*–диаметр трубопровода, *м*; *i*–гидравлический уклон; n-коэффициент шероховатости.

При гидравлическом расчёте системы инъекционного орошения одним из важных вопросов является установление рабочего напора *H* в системе и значения гидравлического уклона *i*. На основе многовариантных расчётов выявлено, что если орошаемое поле расположено в равнинных местностях и имеет малый уклон, то в этом случае рабочий напор системы принимается заранее. Если орошаемое поле находится в предгорных и горных зонах, то в этих условиях рабочий напор системы определяется по разности отметок верхней и нижней части орошаемого поля.

В первом случае гидравлический уклон определяется по зависимости:

$$i = \frac{H}{l}; \quad (7)$$

во втором случае

$$i = \frac{\nabla_{в} - \nabla_{Н}}{l}, \quad (8)$$

где H – принятый рабочий напор в начале орошаемого поля, м; l – длина трубопровода, м; $\nabla_{в} - \nabla_{Н}$ верхняя и нижняя абсолютная отметка поверхности земли, м.

Из магистрального трубопровода на различных расстояниях l_i от него разветвляются распределительные трубопроводы с равными расходами Q_i. При этом потери напора на каждом участке h_{fi} магистрального трубопровода определяются отдельно, а затем суммируются [10, с.151]:

$$h_{fм} = \sum h_{fi} = \sum \frac{l_i Q_i^2}{K_i^2}; \quad i=1,2,\ldots,n. \quad (9)$$

В общем виде, значение h_{fm} с учётом длины каждого участка трубопровода, расход воды в них Q_i определяется по формуле при постоянном диаметре трубопровода:

$$h_{fм} = \frac{1}{K^2}(l_1 Q_2^2 + l_2 Q_2^2 + \cdots + l_n Q_n^2), \quad (10)$$

где l_i – длина каждого участка магистрального трубопровода, м; Q_i – расходы воды в этих участках, м^3/сек; K – модуль расхода, м^3/сек.

Модуль расхода *K* выражается по формуле [10, с. 149]:

$$K = \omega C\sqrt{R}, \tag{11}$$

где ω – живое сечение трубопровода, м^2; C – коэффициент Шези, м^{0,5}/сек; R=d/4 –гидравлический радиус, м.

Значение модуля расхода K в зависимости от C, R и диаметра трубы d при коэффициенте шероховатости n = 0,012 расчитаны и табулированы, которые приведены в справочниках и литературе по гидравлике, например в [10, с. 335].

Гидравлический расчёт распределительного трубопровода производится следующим образом: вначале по плану орошаемого поля устанавливается количество *n* распределительных трубопроводов и определяется их расход Q_p:

$$Q_p = \frac{Q}{n}, \tag{12}$$

где Q – общий расход воды, м^3/сек; n – количество распределительных трубопроводов.

Затем определяется гидравлический уклон i_p, по формуле:

$$i_p = \frac{i}{l_м + l_p} \quad , \tag{13}$$

где $l_м$ – длина магистрального трубопровода, м; $l_р$ – длина распределительного трубопровода, м; H – рабочий напор в начале системы м.

По формуле (5) определяется диаметр *d*, а по формуле (6) – средняя скорость воды в распределительном трубопроводе.

Потеря напора в этом трубопроводе, в отличие от магистрального, определяется по расходу одного поливного трубопровода, которой рассчитывается по формуле:

$$Q_п = \frac{Q_p}{N_п}, \tag{14}$$

где $Q_р$ – расход распределительного трубопровода, м^3/сек; $N_{пол}$ – количество поливных трубопроводов, которое определяется следующим образом:

$$N_п = \frac{l_p}{b}, \tag{15}$$

где $l_р$ – длина распределительного трубопровода, м; b – расстояние между поливными трубопроводами или расстояние между рядами растений (для виноградников величина b составляет 2,5÷3,0 м, а для садов – 4–5 м).

Распределительный трубопровод раздаёт равномерно вдоль своего пути расход Q_n и при этом потеря напора определяется по формуле [12, с. 225]:

$$h_{fп} = \frac{l_p Q_п^2,}{3K^2}. \tag{16}$$

Гидравлический расчёт поливного трубопровода. С целью гидравлического расчёта поливного трубопровода вначале задают длину поливного трубопровода с учётом рельефа местности. Она может изменяться от 50 м до 200 м, затем определяется его гидравлический уклон по формуле:

$$i_п = \frac{H}{l_м + l_p + l_п}, \tag{17}$$

где H – расчетный напор в начале орошаемого поля (в водоупорной башне), м; $l_м$, $l_р$, $l_п$ – соответственно длина магистрального, распределительного и поливного трубопроводов, м.

По расходу Q_n, найденному по формуле (14), и гидравлическому уклону i_n, найденному по формуле (17), рассчитывается диаметр d_n поливного трубопровода по формуле (5), а затем по формуле (6) – средняя скорость воды в нём.

Далее, по расходу одного инъектора, определяется потеря напора в поливном трубопроводе. Дело в том, что поливной трубопровод на своем пути равномерно и при постоянном расходе распределяет воду между инъекторами. Поэтому потери напора в поливном трубопроводе определяются не по его расходу, а по расходу инъектора по формуле:

$$h_{fп} = \frac{l_п\, q_{ин}^2}{3K^2}, \tag{18}$$

где $q_{ин}$ – расход воды, поступающей в инъектор, м^3/сек; К – модуль расхода, м^3/сек.

Расход инъектора $q_{ин}$ определяется по выражению:

$$q_{ин} = \frac{Q_п}{N_{ин}}, \quad (19)$$

где $Q_п$ – расход поливного трубопровода, м^3/сек; N_i – количество инъекторов на поливном трубопроводе, которое находят по выражению:

$$N_{ин} = \frac{l_п}{a}, \quad (20)$$

где $l_п$ – длина поливного трубопровода, м; а – расстояние между инъекторами или расстояние между растениями в ряду, м.

Расстояние между растениями в рядах для виноградника колеблется от 1,2 до 2,0 м, а для деревьев – от 4 до 5 м.

Водопропускная способность инъектора заключается в определении расхода воды, проходящей через штуцер, установленный на поливном трубопроводе и соединённый с инъекторной трубкой.

Отметим, что инъектор содержит штуцер, дроссель и инъекторную трубку (рис. 2).

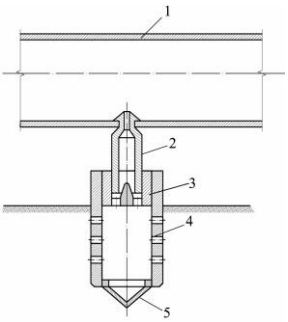


Рис. 2. Общий вид инъектора: 1 – поливной трубопровод; 2 – штуцер; 3 – дроссель; 4 – инъекторная трубка; 5 – наконечник

Расход воды, проходящей через штуцер, определяется формулой, выведенной для водопропускных устройств (насадки, патрубки, короткие трубы и т.д.) [9, с. 110]:

$$Q_{ин} = \mu\omega\sqrt{2g(H - \sum h_f)}, \quad (21)$$

где μ=0,82 – коэффициент расхода; $\omega=\pi d^2/4$ – площадь живого сечения входной части штуцера, м^2; d – внутренний диаметр штуцера, м; g=9,81 м/сек^2 – ускорение свободного падения; H – расчётный напор в начале системы, м; Σh_f – общая потеря напора в системы, м.

Пример расчёта. Орошаемый массив расположен в Гянджа-Казахской зоне Азербайджана. На орошаемом поле посажен виноградник. Схема посадки 1,5х3,0 м (расстояние между кустами в ряде 1,5 м, а междурядное расстояние 3,0 м). Площадь виноградника *Ω*=30 га. Ширина орошаемого массива 500 м, а его длина 600 м. Уклон поверхности земли слабый. Количество растения на одном гектаре 2220 кустов. Следует произвести расчёт системы инъекционного орошения.

Ход расчета:

1. Установление общего количества (объём) воды, необходимого для орошения виноградника за период вегетации. По данным Азербайджанского научно-исследовательского института Гидротехники и Мелиорации, оросительная норма виноградника при самотечном поверхностном орошении составляет 3600 м^3/га ($M_{ор}$=3600 м^3/га). При инъекционном орошении диаметр (d) контура увлажнения одного куста виноградника составляет 1,5 м, и при этом площадь увлажнения – $F=\pi d^2/4=3{,}14\cdot1{,}5^2/4=1{,}77$ м^2. Согласно данным, определяем коэффициент уменьшения увлажненной площади по формуле (2):

$$К=1{,}77\cdot2220/10000=0{,}39,$$

а затем оросительную норму при инъекционном орошении по формуле (1):

$$M_{ин}=0{,}39\cdot3600=1400\ м^3/га.$$

По формуле (3) находим общее количество воды, необходимое для орошения виноградника:

$$V=1400\cdot30=42000\ м^3.$$

2. Определение расхода воды для гидравлического расчёта системы. Согласно режиму орошения, в условиях Гянджа-Казахской зоны полива начинаются с июня месяца и заканчиваются в августе. Продолжительность поливного периода в зависимости от водности года составляет от 30 до 70 дней.

Следует отметить, что поливы с помощью системы инъекционного орошения могут быть осуществлены непрерывно или периодически. Более надёжным является периодический полив. При этом продолжительность полива, и тем самым работа системы инъекционного орошения уменьшается в 2–3 раза. Учитывая изложенное, продолжительность полива принимаем за 30 дней и по формуле (4) определяем расход воды, необходимый для расчёта системы:

$$Q=42000/30=1400\ м^3/сут=0{,}0162\ м^3/сек.$$

3. Гидравлический расчёт магистрального трубопровода. По размеру орошаемого массива, с учетом допустимой длины поливных трубопроводов, длину магистрального трубопровода принимаем $l_м$=500 *м*.

Для обеспечения работы системы принимается рабочий напор Н в начале орошаемого массива. Принятый рабочий напор в процессе расчёта уточняется. В первом приближении принимаем Н=4 м и по формуле (7) находим гидравлический уклон $i_м$=4/500=0,008.

По формуле (5) при n=0,012, Q=0,0162 м^3/сек и $i_м$=0,008 определяем диаметр магистрального трубопровода:

$$d_м = \left(\frac{0{,}012 \cdot 0{,}0162}{0{,}312\sqrt{0{,}008}}\right)^{\frac{3}{8}} = 0{,}158\ м \approx 160\ мм.$$

По формуле (6) находим среднюю скорость воды в трубопроводе:

$$v_м = \frac{0{,}397}{0{,}012}\ 0{,}16^{\frac{2}{3}}\ \sqrt{0{,}008} = 0{,}87\ м/сек.$$

Принимаем длину каждой ветви поливного трубопровода 100 м. Согласно длине орошаемого массива, из магистрального трубопровода, предусматривается отделить 3 распределительных трубопровода. При этом расход каждого распределительного трубопровода составит $Q_р$=Q/3=0,0162/3=0,0054 м^3/сек. Первый распределительный трубопровод расположен на расстоянии 100 м, второй – на расстоянии 300 м, а третий – на 500 м от водонапорной башни. При этом длина первого участка трубопровода составляет 100 м, второго и третьего – 200 м. В первом участке магистрального канала его расход составляет Q_1=0,0162, во втором участке – Q_2=Q-Q_1= =0,0162-0,0054=0,0108, а в третьем – Q_3= Q_2-Q_3 =0,0108-0,0054=0,0054 м^3/сек.

При диаметре магистрального трубопровода $d_м$=160 мм и n=0,012, из таблицы находим значение модуля расхода К=0,179 м^3/сек [10, с. 335 прилож.1.2]. По формуле (10) вычисляем потери напора в магистральном трубопроводе $h_{fм}$= (100·0,0162^2+200·0,0108^2+200·0,0054^2) / 0,179^2=1,74 м.

4. Гидравлический расчёт распределительного трубопровода. Длина распределительного трубопровода равна 500 м. По формуле (14) определяем гидравлический уклон:

$$i_р=4/(500+500)=0{,}004.$$

Находим диаметр распределительного трубопровода по формуле (6) при $Q_р$=0,0054 м^3/сек, i=0,004 и n=0,012:

$$d_р=[(0{,}012\cdot 0{,}0054)\ /0{,}392\sqrt{0{,}004}]^{3/8}=0{,}112\ м=112\ мм.$$

По формуле (15) определяем количество поливных трубопроводов, разветвлённых из распределительного трубопровода при межрядном расстоянии b=3 м:

$$N_п=500/3=167.$$

По формуле (14) находим расход одного поливного трубопровода при $Q_р$=0,0054 м^3/сек и $N_п$=167

$$Q_п=0{,}0054/167=0{,}000032\ м^3/сек.$$

Из таблицы [10, с. 335, прилож.1.2] при $d_р$ = 112 м и n = 0,012 находим значение модуля расхода К = 0,086 м^3/сек.

По формуле (16) вычисляем потери напора в распределительном трубопроводе:

$$h_{fр}=(500\cdot 0{,}000232^2)\ /3\cdot 0{,}086^2=2{,}3\cdot 10^{-5}\ м.$$

5. Гидравлический расчет поливного трубопровода. Длина поливного трубопровода равна 200 м. По формуле (14) находим гидравлический уклон:

$$i_п = 4/\ (500+500+200) = 0{,}0033.$$

По формуле (5) определяем диаметр поливного трубопровода при Q_n = 0,000032 м^3/сек и *n* = 0,012:

$$Q_п = [(0{,}012\cdot 0{,}000032) / 0{,}392\sqrt{0{,}0033}\,]^{3/8} = 0{,}016 \text{ м} \approx 20 \text{ мм}$$

Количество инъекторов, установленных на поливном трубопроводе, находим по формуле (20) при расстоянии между виноградными кустами a = 1,5 м:

$$N_{ин}=200/1{,}5=133 \text{ ин.}$$

По выражению (19) определяем расход воды, поступающей в один инъектор.

$q_{ин}$ =0,000032/133=2,4·10^{-7} м^3/сек.

Значения модуля расхода К для труб диаметром менее 50 мм в справочниках и технической литературе не даются. Поэтому значение К определяем формулой (11). С этой целью сначала находим значение коэффициента Шези С по формуле Л. Куттери при гидравлическом радиусе R=d/4=0,02/4 [12, с. 212]:

$$C=100/\,[1+(0{,}25/\sqrt{R}\,)]=100/[1+(0{,}25/\sqrt{0{,}02/4}\,)] = 22{,}1 \text{ м}^{0{,}5}/\text{сек.}$$

Затем, вычисляем модуль расхода при диаметре поливного трубопровода $d_п$=0 $\omega=\pi d^2/4=3{,}14\cdot 0{,}02^2/4=0{,}000314$ м^2.

$$K=0{,}000314\cdot 22{,}1\sqrt{0{,}005} = 0{,}00049 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Потерю напора в поливном трубопроводе находим по формуле (16):

$$h_{fп}=200\cdot(2{,}4\cdot 10^{-7})^2 / 3\cdot(4{,}9\cdot 10^{-4})^2 = 1{,}6\cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Проверяем достоверность принятого рабочего напора в начале орошаемого массива. При этом должно соблюдаться условие:

$$H \geq h_f = h_{f\,м}+\Sigma h_{fp}+\Sigma h_{f\,п}, \qquad (а)$$

где $h_{fм}$ – суммарная потеря напора в магистральном трубопроводе, м; $\Sigma h_{fм}=N_p h_{fp}$ – суммарная потеря напора в распределительном трубопроводе, м; N_p – количество распределителей; $\Sigma h_{fп}=N_п h_{fп}$ – суммарная потеря напора в поливных трубопроводах, м; $N_п$ – количество поливных трубопроводов.

В системе N_p=3, $N_п$=3·167=501 и следовательно, $\Sigma h_{fp}=3\cdot 2{,}4\cdot 10^{-5}=0{,}000072$ м, $\Sigma h_{fп}=501\cdot 1{,}6\cdot 10^{-3}=0{,}80$ м, и $h_{fм}$=1,74 м.

При этих значениях суммарная потеря напора в системе:

$$h_f = 1{,}74+0{,}000072+0{,}80 = 2{,}54 \text{ м.}$$

Условие (а) соблюдается полностью, так как H = 4>h_f = 2,54, но принятый расчетный напор. При этом либо можно увеличивать площадь орошаемого массива за счёт остаточного напора, либо уменьшить рабочий напор не менее, чем на 1,0–1,2 м. С другой стороны, наличие остаточного напора необходимо для промывки и удаления мелких наносов из системы.

6. Водопропускная способность инъектора. Внутренний диаметр штуцера $d_ш$=4 *мм*=0,004 *м*. По формуле (21) при известных гидравлических данных, определяем расход воды, проходящей через штуцер инъектора:

$$Q_{ин} = 0{,}81\cdot 0{,}785\cdot 0{,}004^2\sqrt{2\cdot 9{,}81(4-2{,}54)} = 0{,}000054 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Расчёт показывает, что водопропускная способность инъектора очень высокая. Поэтому, необходимо регулировать его расход с помощью дросселя, установленного на выходной части штуцера (рис. 2).

Заключение

Предложенный метод расчёта системы инъекционного орошения может быть использован при проектировании как этой, так и подобной системы орошения.

В распределительных и поливных трубопроводах практически не происходит потери напора, что объясняется незначительностью расхода и равномерным распределением (раздачей) его по длине этих трубопроводов.

Система способна работать на низком рабочем напоре, что даёт возможность применять её в горных и предгорных зонах, где имеется достаточный напор, образовавшийся за счёт разности отметок поверхности земли. При этом отпадает необходимость в строительстве водонапорной башни.

Отдельные участки магистрального трубопровода могут быть выполнены с различным диаметром, т. е. в телескопической форме. Но при этом увеличивается потеря напора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов, Р. Г. Подземные воды Азербайджана и использование их в народном хозяйстве в условиях платы за ресурсы / Г. Г. Мамедов, С. Т. Гасанов // Обзорная информация. Серия Сельское хозяйство. – Баку: АзНИИНТИ, 1990. – 28 с.

2. Ахмедзаде, А. Дж. Энциклопедия. Мелиорация и водное хозяйство / А. Дж. Ахмедзаде, А. Д. Гашимов. – Баку: Радиус, 2016. – 632 с. (на азерб. языке).

3. Засуха. Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа / Отчёт Всемирного Банка № 31998 –ЕСА, 2005, 126 с.

4. Колпаков, В. В. Сельскохозяйственные мелиорации / В. В. Колпаков, И. П. Сухарев. – М.: Колос, 1981. – 328 с.

5. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / А. А. Богушевский [и др.]. – М.: Колос, 1981. – 375 с.

6. Оросительная мелиорация / О. З. Зубаиров [и др.]. – Алматы: Нур-Принт, 2014. – 273 с.
7. Баширов, Н. Б. Технический прогресс в орошении сельскохозяйственных культур на склонных землях Азербайджана / Н. Б. Баширов. – Баку: Изд. КТН, 1996. – 112 с.
8. Мирсалахова, Л. М. Система инъекционного орошения / Л. М. Мирсалахова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – Рязань: 2022, т.14, №1, с. 42–49.
9. Агроскин, И. И. Гидравлика: учеб. для вузов / И. И. Агроскин, Г. Т. Дмитриев, Ф. Н. Пикалов. – Москва: Энергия, 1954. – 484 с.
10. Угинчус, А. А. Гидравлика: учебник для вузов / А. А. Угинчус, Е. А. Чугаева. – Ленинград: Стройиздат, 1971. – 350 с.
11. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика: учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.
12. Горчин, Н. К. Гидравлика в задачах / Н. К. Горчин, М. Д. Чертоусов. – Ленинград: Леноблисполкома и Ленсовета, 1933. – 364 с.
13. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костякова. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 624 с.
14. Льгов, Т. К. Орошаемое земледелие. – Т. К. Льгов. – М.: Колос, 1973. – 191 с.
15. Гасанов, С. Т. Дренаж: расчёты, проектирование и эксплуатация. – С. Т. Гасанов. – Баку: Элм, 2009. – 234 с. (на азерб. языке).

УДК:332.3:631.115.1

ПОСТРОЕНИЕ 3-D МОДЕЛИ УСАДЕБНОГО НАДЕЛА КРЕСТЬЯНСКОГО(ФЕРМЕРСКОГО) ХОЗЯЙСТВА «ЧЕРЕНКОВЫ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SKETCHUP

С. М. КОМЛЕВА, О. Н. КОПЦОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213470

(Поступила в редакцию 30.03.2022)

Современное землеустройство и землеустроительное проектирование требует создания сложных математических моделей, обеспечивающих формирование объектов проектирования и манипулирование ими, выбор и обоснование проектных решений. В связи с использованием исходных данных, имеющих пространственную привязку (картографические материалы, модели рельефа, данные о площадях, расстояниях, количественных и качественных характеристиках почв и ландшафтов, инфраструктурах и ресурсах, центрах производства и потребления и т.д.), требуется осуществление большого объема работ. В настоящее время развитие геопространственных технологий позволяет интегрировать их в процессы организации территории. До недавнего времени технологии ГИС были двумерными. С появлением широкодоступных трехмерных геопространственных технологий появился новый инструмент для более эффективного и рационального процесса организации территории. 3-D моделирование намного упрощает как процесс создания, так и окончательную доработку проектного решения, позволяет рассчитать необходимое количество материалов для производства, создать презентацию проекта, детально визуализировать внешний или внутренний дизайн здания, архитектуру ландшафта и т.д. В ближайшем будущем оно может стать неотъемлемой частью процесса проектирования, в т. ч. и в землеустройстве. В статье рассмотрены программные комплексы для построения 3-D моделей. Анализ их возможностей позволил выбрать для дальнейшей работы программу SketchUp. Выбор обусловлен тем, что ею можно пользоваться на бесплатной основе, она не требует мощного оборудования, хорошо интегрируется с другими программами, имеет широкий набор инструментов для 3-D проектирования, интуитивно-понятный интерфейс и огромную библиотеку уже готовых моделей 3-D Warehouse. В статье представлена 3-D модель усадьбы крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы».

Ключевые слова: *землеустройство, 3-D моделирование, цифровая 3-D модель, SketchUp, геопространственные технологии, проектирование, крестьянское (фермерское) хозяйств, организация территории, усадьба, программный комплекс.*

Modern land management and land management design requires the creation of complex mathematical models that provide the formation of design objects and their manipulation, the choice and justification of design solutions. In connection with the use of initial data with spatial reference (cartographic materials, relief models, data on areas, distances, quantitative and qualitative characteristics of soils and landscapes, infrastructures and resources, centers of production and consumption, etc.), a large amount of work is required. Currently, the development of geospatial technologies makes it possible to integrate them into the processes of organizing the territory. Until recently, GIS technologies were two-dimensional. With the advent of widely available 3D geospatial technologies, a new tool has emerged for a more efficient and rational process of organizing the territory. 3D modeling greatly simplifies both the process of creating and finalizing a design solution, allows you to calculate the required amount of materials for production, create a project presentation, visualize in detail the external or internal design of a building, landscape architecture, etc. In the near future, it may become an integral part of the design process, including land management. The article discusses software systems for building 3D models. An analysis of their capabilities made it possible to choose the SketchUp program for further work. The choice is due to the fact that it can be used free of charge, it does not require powerful hardware, it integrates well with other programs, it has a wide range of 3D design tools, an intuitive interface and a huge library of ready-made 3D Warehouse models. The article presents a 3D model of the estate of the peasant (farmer) household "Cherenkovy".

***Key words**: land management, 3D modeling, digital 3D model, SketchUp, geospatial technologies, design, peasant (farmer) households, territory organization, estate, software package.*

Введение

Понимание того, как инженерное оборудование и застройка территории будут физически воздействовать на окрестности, является неотъемлемой частью процесса землеустройства. Это верно для всех областей физической организации территории: транспорта, земельных участков, зонирования и комплексных проектов организации территории. Геопространственные технологии широко используются для облегчения процесса организации территории путем демонстрации физического воздействия предложенных проектов на участок и окрестности. Ранее широко использовали двухмерный ГИС-анализ и картографирование, чтобы наглядно проиллюстрировать предложения по организации территории и продемонстрировать пространственное воздействие предложенных проектов. В последнее время обращаются к трехмерным (3-D) технологиям.

Есть много способов использования 3-D технологий в процессе проектирования. Считается, что модели предоставляют эффективный и интерактивный визуальный подход, который при правильном применении может привести к более качественному анализу, взаимодействию с заинтересованными сторонами и более эффективному принятию решений. Предоставляя более рациональные и эффективные визуальные представления о будущей организации территории, 3-D модели могут играть

важную роль в передаче предложений по развитию и формированию более качественной обратной связи между исполнителями и заказчиками. 3-D технологии могут быть интегрированы в процесс организации использования земель. Применяя новейшие трехмерные геопространственные технологии, можно разработать комплексную модель территории. 3-D модель более эффективна по сравнению с 2D-технологиями в качестве инструмента визуализации для организации территории, оценки ее использования с точки зрения простоты разработки модели [3].

Основная часть

В настоящее время существует большое количество программных средств для построения 3-D моделей, отличающиеся друг от друга:

1. ContextCapture предназначен для создания, редактирования и совместного использования готовых 3-D моделей реальности из изображений и/или данных облаков точек для проектирования. Позволяет обрабатывать данные для создания моделей реальности, ортофотоснимков, цифровых моделей поверхностей и облаков точек. В данной программе возможно создание масштабных и сложных 3-D моделей существующих реальных объектов, включая модели целых городов, чтобы предоставлять контекст объекта при проектировании, строительстве и эксплуатации любых инфраструктурных проектов [2];

2. MicroStation – создано для автоматизированного проектирования и информационного моделирования, а также для создания эффективных 2-D и 3-D чертежей для наборов данных любого размера. Разнообразный инструментарий позволит с легкостью интегрировать в проекты любую информацию: DWG-файлы, сетки реальности, данные ГИС и модели из внешних источников [2];

3. AgisoftMetashape Professional – максимально раскрывает возможности фотограмметрии; включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки, что позволяет получать результаты самой высокой точности; позволяет создавать высокодетализированные 3-D модели только по фотографиям, без использования дорогостоящего оборудования [1];

4. SketchUP –позволяет создавать 3-D модели, демонстрировать их в качестве презентации, обмениваться ими. Программа будет полезна везде, где есть необходимость применения 3-D моделей, будь то проектирование пристройки для дома, обучение школьников геометрии или же создание модели для Google Earth. Множество простых инструментов и задействование интеллектуальной системы рисования позволяют легко создавать и редактировать модели, экспортировать их, создать видеофильм или распечатать результаты работы, быстро научиться ими пользоваться. Вместо введения значений координат можно использовать многофункциональную систему управления местоположением объекта с помощью меток, текстовых подсказок, линий различных цветов. Пользование инструментами максимально приближено к реальной жизни, ведь так намного легче научиться и, главное, запомнить, как ими пользоваться [4].

Проанализировав возможности программных средств для построения 3-D моделей, нами было принято решение для дальнейшей работы использовать программу SketchUp. Такой выбор обусловлен, в первую очередь, возможностью пользоваться данной программой на бесплатной основе, не требует мощного оборудования, хорошо интегрируется с другими программами. Кроме этого, следует отметить широкий набор инструментов для 3-D проектирования, интуитивно-понятный интерфейс и огромную библиотеку уже готовых моделей 3-D Warehouse.

Для построения 3-D модели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» выделен участок площадью 1 га, на котором произведено размещение жилых и производственных зданий, плодовых деревьев и теплиц для выращивания овощей.

В программном комплексе SketchUp для построения 3-D модели рельефа местности можно пойти тремя путями:

1. Загрузить область с высотными метками из сервиса Google Earth и выполнить построение на основе этих данных (рис. 1а).

2. Импортировать поверхность из программного комплекса AutoCAD (рис. 1б).

3. Построить поверхность при помощи инструмента «Sandbox» программного комплекса SketchUp (рис. 2).

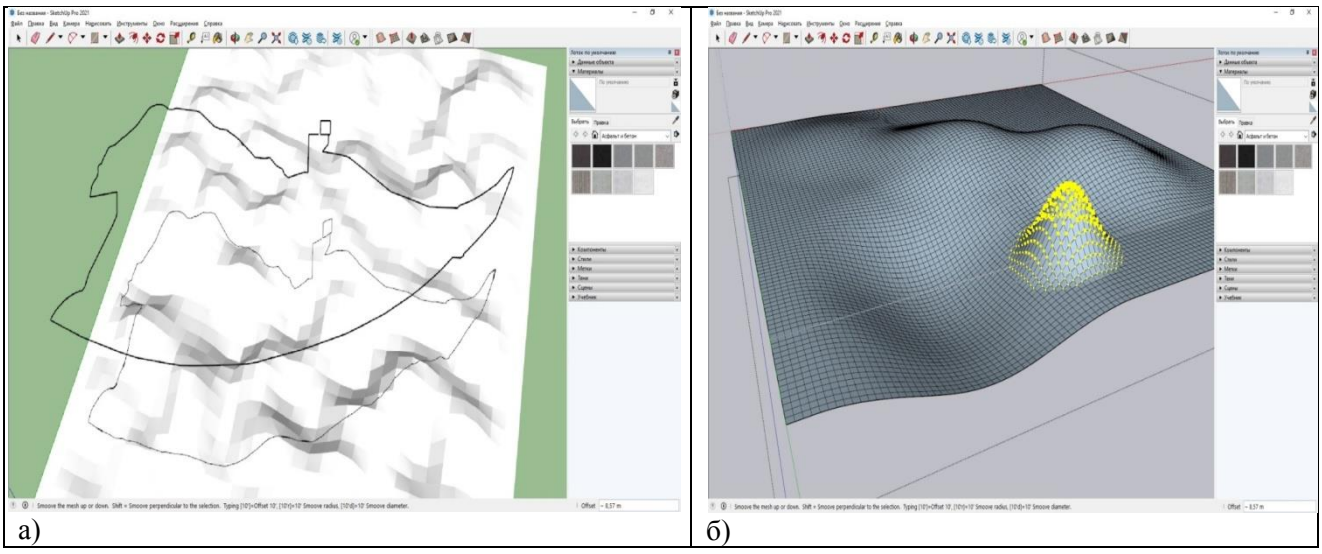


Рис. 1. Рельеф местности: а) полученный из сервиса GoogleEarth,
б) экспортированный из программногокомплекса AutoCAD

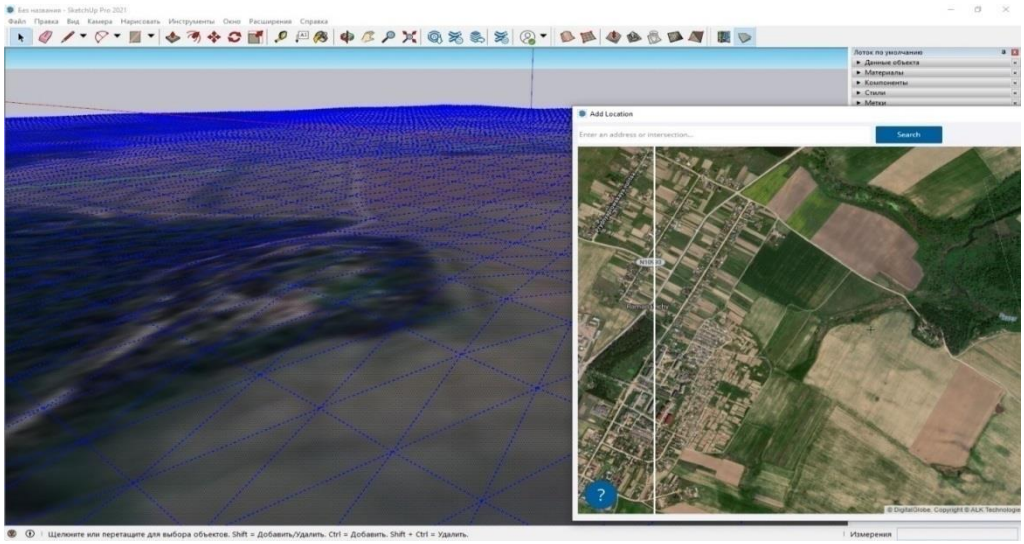


Рис. 2. Рельеф местности, построенный при помощи инструмента «Sandbox»

Как результат работы в программном комплексе SketchUp, построен рельеф усадебного надела (рис. 3).

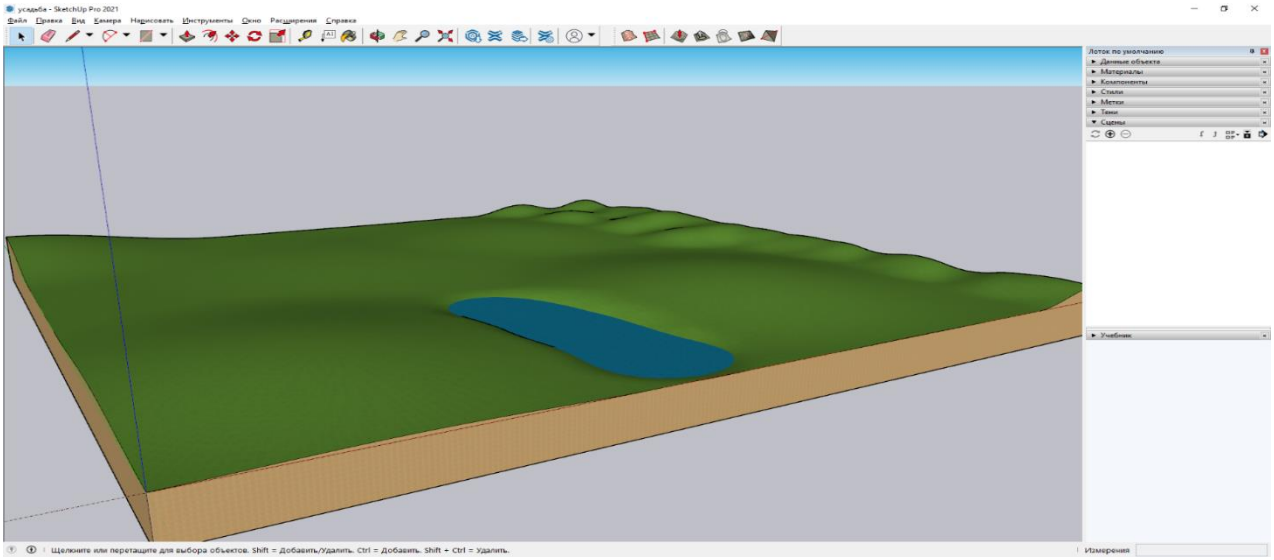


Рис. 3. Рельеф усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы»

После анализа рельефа территории усадебного надела запроектированы работы по вертикальной планировке участка для его выравнивания в горизонтальную плоскость.

Программный комплекс SketchUpпозволяет создавать фотореалистичные 3-Dмодели объектов на основе их снимков, полученных с БПЛА.

Для построения 3-Dмодели новой усадьбы крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» с применением программного комплекса SketchUp использованы готовые проекты зданий и сооружений (рис. 4).

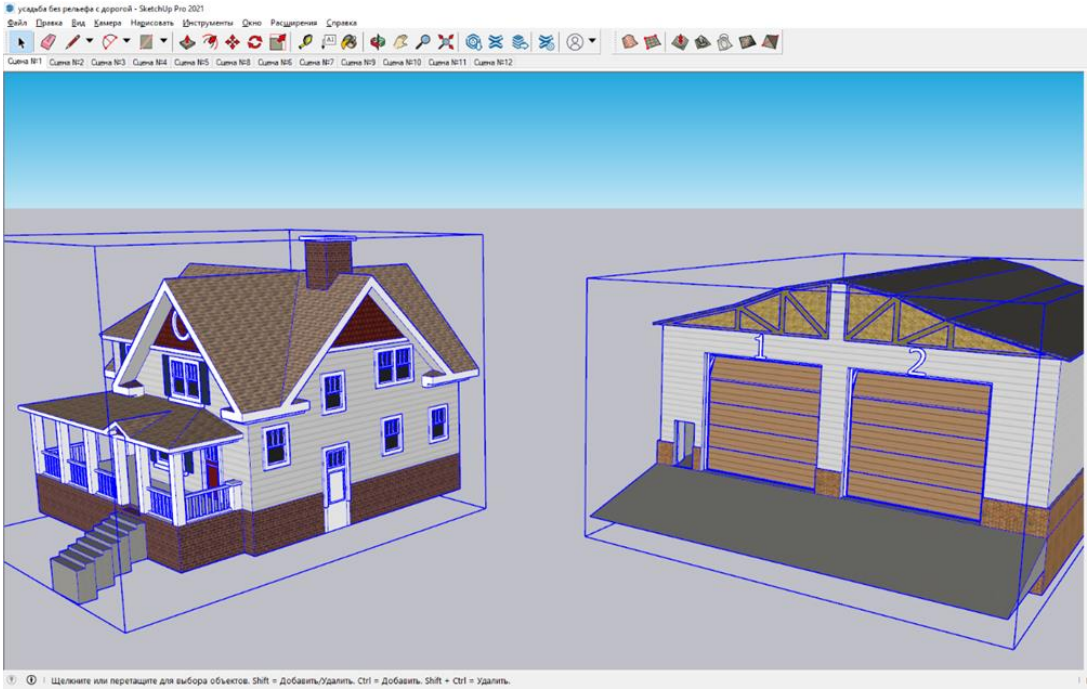


Рис. 4. 3-D проекты зданий и сооружений

Размещение построек на территории усадьбы представлено на рис. 5.

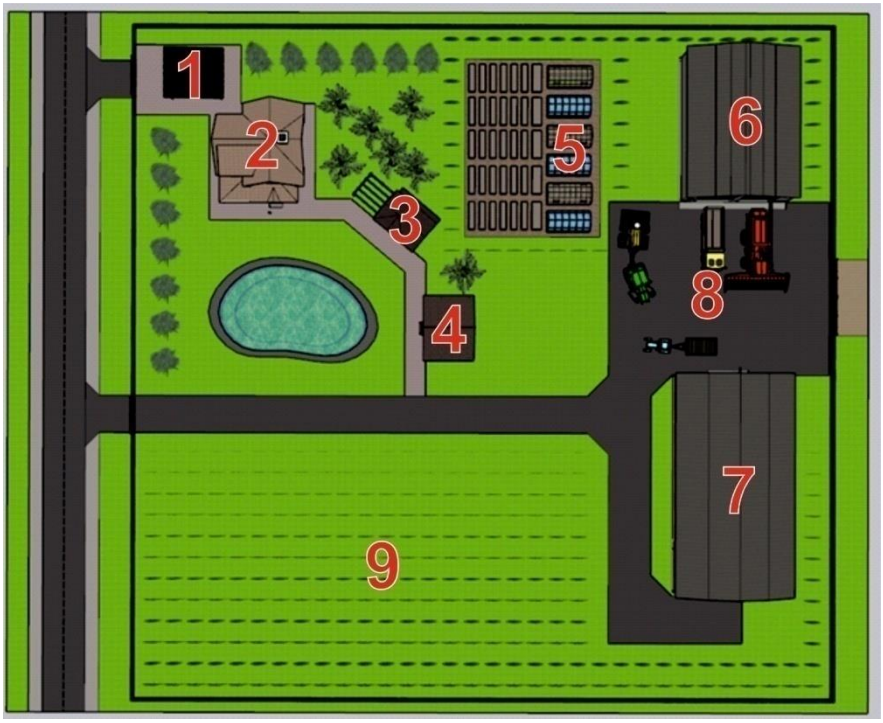


Рис. 5. Размещение построек на территории усадьбы
(1 – навес для двух автомобилей, 2 – кирпичный жилой дом, 3 – беседка, 4 – деревянная баня, 5 – шесть теплиц, 6 – ангар для техники, 7 – амбар для хранения продукции, 8 –открытая площадка для техники, 9 – плодовые деревья)

По проекту предусмотрено строительство четырех капитальных зданий: кирпичный жилой дом, деревянная баня, ангар для техники, амбар для хранения продукции.

Также на территории усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» запроектированы: навес для двух автомобилей, беседка, шесть теплиц и открытая асфальтированная площадка для техники, а также произведено перспективное размещение плодовых деревьев.

Общий вид 3-Dмодели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы» представлен на рис. 6.

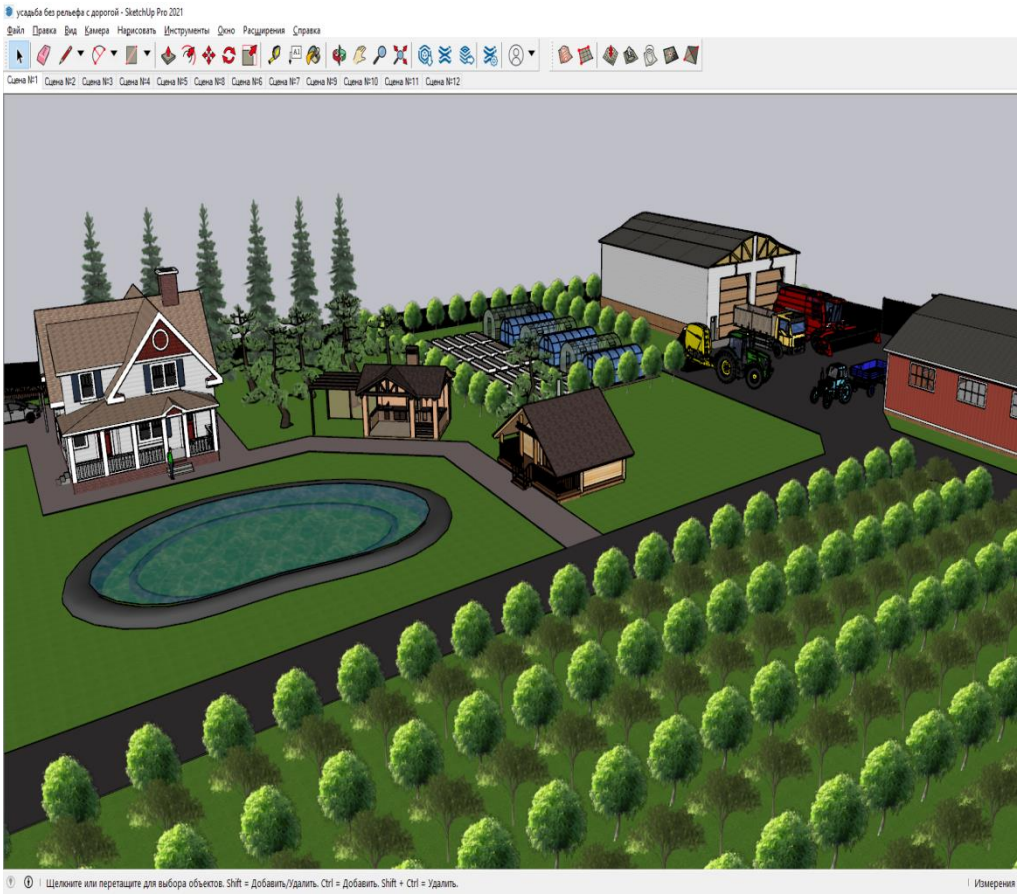


Рис. 6. 3-D модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы»

Построенная 3-D модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства дает наглядное представление о проектном решении по устройству его территории и организации использования земель, а также возможность быстрой его корректировки.

Заключение

3-D модели – трехмерные модели, использующие пространственную информацию, выполняющие достоверный реалистичный анализ и технико-экономическое обоснование на основе конкретных стандартов зонирования или предложений по развитию территории.

Главным преимуществом беспилотной съемки и трехмерного моделирования является относительная дешевизна и очень высокая степень детализации, а также сокращение времени работы специалиста. При этом исключается выполнение однотипных операций. Результатом проектирования является модель, максимально приближенная к реальности, эскиз проекта, создание презентации, детально визуализирующей внешний или внутренний дизайн здания, архитектуру ландшафта и т.д.

Изучив имеющиеся программные комплексы создания 3-D моделей, выбрана программа SketchUp. В данном программном комплексе построен рельеф и создана 3-D модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Черенковы».

Возможностями данного программного обеспечения являются:

– создание презентаций проекта;

– рисование, изменение, вращение, масштабирование и перемещение геометрической фигуры;

– расположение и аннотирование множества масштабированных изображений на одной странице;

– экспорт 3-D моделей в CAD и другие 3-D форматы, экспорт 2-D векторных изображений;

– создание многостраничных документов и презентаций;

– создание настраиваемых элементов и обозначений для презентаций, с использованием векторных 2-D инструментов;

– создание рендеринг эффектов в виде набросков и тумана, подписывание моделей при помощи 3-D текста, эмблем и водяных знаков;

– сопоставление существующих моделей к фоновым изображениям;

– получение профессиональной поддержки по электронной почте;

– добавление заготовленных компонентов и создание новых;

– сглаживание поверхности;

– обмен моделями в службе 3D-моделей;

– возможность печати части модели, отображаемой в области рисования SketchUp;

– экспорт анимации и проходов в MOV- или AVI-файлы;

– возможность быстрого создания естественного окружения в виде города, природы, людей и прочих элементов и т. д.

3-D моделирование намного упрощает как процесс создания, так и окончательную доработку проектного решения, позволяет рассчитать необходимое количество материалов для производства.

Ожидается, что использование технологий 3-Dмоделирования значительно сократит затраты на проектирование. Они станут более удобными для пользователя, что позволит им стать неотъемлемой частью процесса проектирования, в т. ч. и в землеустройстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. AgisoftMetashapeProfessional. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https: // www.geoscan.aero /ru/software /agisoft /metashape_pro – Дата доступа 13.01.2022.

2. ContextCapture. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bentley.com/ru/products/brands/contextcapture – Дата доступа 13.01.2022.

3. Pettit, Christopher J., Cartwright, William, and Berry, Michael. 2006. Geographical visualization: A participatory planning support tool for imagining landscape futures. AppliedGIS 2 (3): pp. 22.1– 22.17.

4. SketchUp. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sketchup.com/ru – Дата доступа 28.01.2022.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Ф. С. ПРИХОДЬКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 59499@tut.by

(Поступила в редакцию 04.02.2022)

Развитие науки никогда не было беспроблемным. В разные времена она сталкивалась со многими препятствиями, в той или иной мере тормозившими её прогресс. Так, в эпоху Средневековья представления о мире, не совпадающие с религиозными, запрещались специальными актами. Немало учёных, мыслителей подвергалось гонениям, а то и жизни лишалось. Много позже, уже в XX веке (30–50-е годы) в Советском Союзе были объявлены буржуазными лженауками и фактически запрещены кибернетика, генетика, цитология, психоанализ, социология, политология и др., что нанесло огромный ущерб развитию науки, техники и производства в нашей стране. Так, отождествление кибернетики с лженаукой, критика и полное отрицание её пользы обусловили отставание страны на многие годы в электронике и информационных технологиях. Разгром генетики также обернулся застоем отечественной биологии на годы. Поэтому принципиально важно выявлять проблемы, тормозящие развитие научного знания, чтобы вовремя находить способы их решения.

Важным условием развития инновационного потенциала науки является соблюдение учёными норм научного этоса, представляющих собой моральные принципы, которые должны лежать в основе исследовательской деятельности, и благодаря соблюдению которых создаются условия для наиболее плодотворного функционирования науки. Ещё со времён Ф. Бэкона наука оценивалась как несомненное добро, а занятие ей рассматривалось как уважаемая и ценная деятельность. Она, полагали, способствует совершенствованию нравственности, искореняя предрассудки и невежество, расширяет пространство свободомыслия, отыскивает пути к истине, которая является сама по себе величайшей ценностью. Нормы научной этики порождаются в результате общения учёных, в процессе исторической селекции тех правил деятельности, благодаря которым обеспечивается прирост научного знания. Часть из них выражают, в частности, такие общечеловеческие нравственные императивы, как «не кради», «не лги». Применительно к науке кража означает плагиат, а ложь выражается в преднамеренном искажении данных опытов.

Американский исследователь Р. Мертон в 40-х годах XX ст. разработал и предложил научному сообществу систему норм научного этоса, включающей в себя такие императивы, как коллективизм, означающий признание учёным научной деятельности как коллективной активности на благо общества, в которой вклад каждого возможен лишь при опоре на результаты исследовательской деятельности всего научного сообщества. Прирост научного знания осуществляется благодаря кооперации и сотрудничеству как между отдельными учёными, так и благодаря таким взаимодействиям между поколениями исследователей. Императив универсализма требует открытости любых знаний для проверки, критики и оценки, их объективного рассмотрения, верифицируемости и воспроизводимости. Беспристрастность предполагает свободу научной деятельности учёного, главной целью которой должен быть поиск истины, а наградой – признание научным сообществом его достижений, а не собственная выгода. И наконец, организованный скептицизм – норма, ориентирующая учёного, на объективное критическое отношение как к своим собственным, так и к чужим результатам.

Однако, к сожалению, далеко не всегда и не всеми учёными выполняются требования норм научного этоса, что наносило и наносит огромный вред науке. Так, в 1940–50-е годы Т. Д. Лысенко, известный советский агроном и биолог, пользующийся всесторонней поддержкой Сталина, и его сторонники

против своих оппонентов вместо убедительных аргументов, свободной научной дискуссии использовали грубые административные методы. Ряд крупных учёных был ошельмован и репрессирован. Это негативно сказалось на развитии биологии и сельского хозяйства.

Прогресс современной науки, реализация её инновационного потенциала сдерживаются академическим мошенничеством – нарушениями морально-этических норм научно-исследовательской деятельности. Заметим, что белорусская наука достойно выглядит на мировой арене, и академическая недобросовестность в её различных проявлениях в Республике Беларусь не носит массового характера, как в ряде других стран. Однако, учитывая опасный и заразительный характер этого феномена, следует предпринимать все усилия по его минимизации.

Недобросовестность в научной деятельности во многом обусловлена негативными метаморфозами духовной жизни – дегуманизацией, размыванием духовно-нравственных норм, коррупцией, распространением рыночных товарно-денежных отношений на все сферы общественной жизни, коммерциализацией научно-изыскательской деятельности, дефицитом материально-финансовых ресурсов при проведении актуальных исследований, перегруженностью профессорско-преподавательского состава учебной и методической работой, не оставляющей времени на серьёзную научную работу.

К пренебрежению нормами научного этоса подталкивают отсутствие во многих высших учебных заведениях действенных и чётких санкций за недобросовестное поведение в научной сфере, размытость нормативно-правовой базы, регламентирующей публикационную и инновационную активность. Ситуацией, когда карьерный рост, финансирование исследований, получение научными работниками квартир, премий и т.д. во многом зависят от наукометрических данных (защита диссертаций, количество публикаций, ссылок на них и др.) часто пользуются недобросовестные исследователи, больше заботящиеся не о качестве научных публикаций, а об их количестве. В итоге недобросовестный работник незаслуженно получает преференции и бонусы. Отсюда, эта проблема имеет не только этический характер, но и материально-финансовый.

Наибольшему моральному осуждению со стороны честных учёных подвергается такое нарушение этоса науки, как плагиат (от лат. plagio – «похищаю»), когда чужое исследование или его часть выдаются за свои изыскания. История плагиата тянется их глубины веков. Гераклит обвинял Пифагора в том, что тот превзошёл всех людей в ученых поисках, выдавая чужие мысли и идеи за собственную мудрость. Пифагорейцы, в свою очередь, негодовали по поводу того, что Платон, Аристотель и другие авторы «присвоили себе все их выводы, изменив разве лишь самую малость». Использовали труды предшественников, без ссылки на оригиналы, Плутарх, Геродот, Аристотель и другие авторы.

Самым древним, зафиксированным в исторических текстах случаем плагиата, была история, связанная с деятельностью Аристофана Византийского, возглавлявшего в начале II веке до н.э. Александрийскую библиотеку. В его обязанности входило пополнять и обслуживать книгохранилище. Он должен был прочитывать все поступающие рукописи, определять их значимость и размещать в соответствующих местах. Будучи уважаемым и эрудированным человеком, основную свою деятельность он совмещал с обязанностями судьи на состязаниях поэтов. Это был престижный конкурс, который курировал сам царь, щедро награждавший победителей. На одном из таких творческих мероприятий Аристофан обнаружил, что многие участники выдавали чужие сочинения за свои собственные. Правоту своих обвинений он доказал, продемонстрировав соответствующие рукописи. В Новое и Новейшее время плагиатом не брезговали заниматься люди творческих профессий, политики, учёные. Многих известных писателей укоряли за использование чужих текстов. Так, Шекспир неоднократно обвинялся в заимствовании сюжетов, литературных образов, переработке чужих произведений. Даже включал целые фрагменты других авторов в свои произведения, не указывая источники. Резкой критике со стороны В. Скотта, Ф. Шиллера и других писателей за заимствования подвергался Дюма Старший. Буратино А. Н. Толстого почти копия Пиноккио. Айболит, Волшебник изумрудного города также имели прямые аналоги образов в ранее изданных литературных произведениях зарубежных авторов. В докторской диссертации по теологии Мартина Лютера Кинга младшего, знаменитого проповедника, борца за равноправие чернокожих была обнаружена треть украденного материала, а его известная речь «У меня есть мечта» во многом повторяет ранее сказанное американским политиком Арчибальдом Кэри.

С появлением и развитием Интернета, который сделал огромный массив информации доступным практически для всех, резко увеличились масштабы плагиата. Сегодня плагиатом могут заниматься учёные, преподаватели вузов, аспиранты, магистранты, студенты. Ныне трудно найти сферу общественной деятельности, которая была бы свободна от него. Он превратился в серьёзную проблему [1].

Одной из актуальных проблем является сомнительная достоверность (неподтверждаемость) многих

научных исследований, нарастающее количество невоспроизводимых результатов. Речь идёт прежде всего о науках, которые вырабатывают новые знания на основе опытных данных. Достоверность устанавливается путём верификации (от лат. verus – истинный и facere – делать) – процесса определения истинности научных утверждений путём их эмпирической проверки. Любое научное утверждение истинно, если различными исследователями, изучающими одни и те же объекты с применением одинаковых методов и средств, получен идентичный результат. Сегодня доминирует такой вариант определения истинности представленных результатов научных исследований, как их оценка научным сообществом на научных конференциях, в публикациях, при защитах диссертаций. Рецензирование, анализ результатов, ответы на поставленные вопросы, дискуссии в определённой мере помогают установить уровень методической и методологической грамотности при выполнении работы, достоверность результатов и обоснованность выводов.

Однако самым надёжным методом верификации является повторение, воспроизведение полученных результатов другими, независимыми исследователями по представленным методикам проведения эксперимента. В действительности же, большая часть представляемых научному сообществу результатов никем не воспроизводится и, стало быть, не верифицируется [2, с. 35]. И сделать это практически невозможно, кроме отдельных случаев, ввиду огромного массива научных публикаций, производимого научным сообществом, переварить который оно не в состоянии.

В 2015 году авторитетное издание Science организовало проверку достоверности большого количества статей. Группа исследователей воспроизвела эксперименты, на основе которых авторами публикаций были сделаны определённые выводы. В результате обнаружилось, что две трети проверок не подтвердили представленных в статьях результатов. Эта плачевная ситуация обусловлена многими причинами: маленькими выборками, некорректным анализом, спешкой, коммерциализацией, слабой квалификацией исследователей, недостатком финансирования, ошибками в методологии, погоней за приоритетом и желанием первому произвести яркое впечатление. Однако многие такие никем не подтверждённые исследования активно пропагандируются, распространяются, вводя в заблуждение как сообщество ученых, так и обычных людей. Особенно много таких неподтверждённых результатов в биомедицинских, психологических, сельскохозяйственных науках. Проблема действительно очень актуальна, ведь воспроизводимость результатов – один из важнейших критериев научного знания, наряду с такими, как объективность, логичность, обоснованность, системность. Это те принципы, которые лежат в основе общественного доверия к науке.

Особенно опасным для общества видом академического мошенничества является сознательная фальсификация данных экспериментов. Их насчитывается сегодня несколько разновидностей: сбор данных исследователем вовсе не осуществляется, они заменяются вымышленными; ради подтверждения своей гипотезы учёный частично скрывает, или искажает данные, если они идут вразрез с гипотезой; недостающее количество данных учёный компенсирует выдуманными, правдоподобными; утаивание результатов исследования, если они не соответствуют ожиданиям исследователя. Так, в 1940–50-е годы Т. Д. Лысенко, ряд своих концепций пытался подтвердить сфальсифицированными опытами. В дальнейшем при их воспроизведении другими исследователями не были получены те результаты, на которых настаивал Т. Д. Лысенко. Этот учёный мог ошибаться. От ошибок ни один исследователь не застрахован. Однако лысенковщина – явление, связанное не только с наукой. Это, кроме того, политическая компания, проводившаяся в СССР и направленная против генетики как науки, ученых-генетиков, не согласных с Т. Д. Лысенко. Её разгром обусловил отставание отечественной биологии на десятки лет.

В научном сообществе также широко известен случай из недавнего прошлого, не имевший столь печальных последствий, с молодым немецким биохимиком Галлисом. Он опубликовал более десятка статей в солидных научных журналах и даже защитил докторскую диссертацию, используя вымышленные экспериментальные данные. И лишь благодаря усилиям высококвалифицированных учёных-химиков удалось доказать, что Галлис грубо сфальсифицировал результаты своих научных изысканий. Неудачливый исследователь публично покаялся в грубом нарушении норм научного этоса и извинился за свои действия. Галлис признался, что был настолько убеждён в истинности своей гипотезы, что решил данные, её «подтверждающие», взять **с потолка.** Иногда «подтверждают» свою гипотезу, по аналогии с фальсификацией (выдумыванием) эмпирических данных, ссылками на публикации на иностранных языках, фактическое существование которых (публикаций) проверить русскоязычному читателю весьма затруднительно. Как плагиат, так и фальсификация подпадают под библейские заповеди «не кради», «не лги».

Бороться с этим нелегко. В значительной мере ситуация обусловлена специфическими особенностями современной науки, её нацеленностью на публикационную активность и защиту диссертаций. Научная деятельность в последние десятилетия превратилась в массовую профессию, резко возросло количество научных работников, исследовательских центров и учебных заведений. Оборотной стороной этого процесса стало снижение среднего уровня экспериментальной подготовки молодых исследователей, для которых воспроизводимость результатов есть нечто второстепенное и в целом необязательное занятие. Перспективным путём решения обозначенной проблемы представляется воспитание и образование поколения молодых учёных, формирование у них стойкого убеждения, что первейший долг настоящего учёного – добывание новых достоверных знаний и верифицируемых результатов. В этом состоит одно из важнейших требований научной этики. Невоспроизводимые результаты дискредитируют науку в глазах общества как систему объективных и полезных знаний, усиливают кризисные явления в ней.

В современном мире – в одних странах больше, в других меньше – развит рынок услуг по подготовке и продаже курсовых-дипломов-диссертаций на заказ. Государственная власть и научное сообщество борются с подобным бизнесом путём запрета его рекламы. Такой запрет существует во многих странах Запада. В России с 2018 года после принятия соответствующего закона такая реклама также запрещена. Однако этот закон оставляет много лазеек для недобросовестных соискателей, ибо он не запрещает продавать и покупать учебные и научные работы. Закон запрещает рекламировать и оказывать такие услуги лишь юридическим лицам, хотя их реклама в соцсетях, к сожалению, компетентными институциями практически не отслеживается. Значительно большим был бы эффект от противодействия рынку курсовых-дипломов-диссертаций, если бы решительно вести борьбу с сайтами, предлагающими подобные услуги.

В мире растёт количество статей, подготовленных в соавторстве. Однако соавторство бывает разным. Коллективная подготовка научной работы даёт возможность учёным установить деловые контакты, обменяться идеями, методологическими подходами к решению теоретических и прикладных проблем. Кроме того, используется больший массив информации, обеспечивается более глубокая проработка материала, ставшего основой публикации, и, как результат, получение на выходе более актуальной и содержательной работы, экономия соавторами времени и усилий, рационально распределённых между участниками творческого коллектива. Особенно важно для развития современной науки соавторство, когда требуется подготовить статью на стыке наук, где каждый из участников ответствен за свою часть. Современная наука характеризуется комплексными исследовательскими программами, для выполнения которых требуются коллективные усилия специалистов многих областей знания, а также междисциплинарными исследованиями.

Вместе с тем повсеместно распространено такое нарушение морально-этических норм, как ложное соавторство в виде его покупки или продажи. Многие авторы, набив руку на подготовке статей, поставили этот процесс на коммерческую основу. Начинающих учёных искушают продажей им соавторства в своих работах. Такие услуги пользуются стабильным спросом, что объясняется рядом причин. Каждый претендент на более высокий статус, стремится ли он успешно защитить диссертацию, повысить свой рейтинг как учёный, или реализовать свои карьерные амбиции, нуждается в определённом количестве (чем больше, тем лучше) статей в журналах ВАК или Scopus. Однако не все исследователи, особенно молодые, находят в себе силы, время, а, возможно, и способности одновременно заниматься педагогической работой и научно-исследовательской деятельностью, подготовкой на должном уровне научных публикаций, требующих полной самоотдачи и значительных временных затрат. Покупка соавторства совершенно недопустима, она грубо нарушает признанные международным научным сообществом этические требования к научной и публикационной деятельности. Нередко реальный автор приписывает в качестве соавтора лицо, имеющее более высокий статус, но обладающее полномочиями повысить в должности, ускорить выход публикации, минимизировать замечания рецензентов, обеспечить беспроблемную защиту диссертации и др.

Распространен также такой вид научного мошенничества, как мнимые конференции. Организаторами подобных мероприятий рассылаются приглашения с обещанием за определённую плату опубликовать присланные материалы. После осуществления предоплаты потенциальными участниками организаторы исчезают, становятся недоступными для коммуникации. Отдельным видом мошенничества являются недобросовестные манипуляции со ссылками. По идее их роль в развитии науки существенна, если в них указываются работы, непосредственно касающиеся темы исследования. В действительности же часто авторы ссылаются по предварительной договорённости на работы друг друга. При

этом указанные в ссылках работы по своему содержанию нередко далеки от исследуемой проблемы. Существуют различные способы искусственного повышения цитируемости, которые сводятся к тому, что исследователи направляют свои усилия не на повышение качества собственных публикаций, а на увеличение количества ссылок на них. Так, например, организаторы ряда научных конференций в информации о своём мероприятии предупреждают, что при необходимости оргкомитет вправе исправлять грамматические ошибки, осуществлять техническую правку и редактирование, добавлять в статьи ссылки и тэги якобы для того, чтобы сделать текст более качественным, улучшить цитируемость поданной статьи. В действительности же после того как материалы получены, в них вставляются ссылки на нужные организаторам статьи, при этом мало обращается внимание на их содержание с точки зрения соответствия изложенной проблеме. Чтобы минимизировать нарушения этических норм, целесообразно было бы в каждом научном и образовательном учреждении разработать и принять этический кодекс, этакий внутренний нормативный акт, который бы регламентировал вопросы научного этоса и предусматривал ответственность за его нарушения.

Вред науке приносят так называемые «мусорные» журналы, размещающие за деньги на своих страницах «исследования», невзирая на отсутствие их актуальности, не рецензируя, не проверяя на плагиат.

Таким образом, плагиат, фальсификация данных экспериментов в её различных вариантах, купля-продажа результатов научных исследований, ложное соавторство, мнимые конференции, функционирование «мусорных» журналов, манипуляции со ссылками и др. являются грубыми нарушениями норм научной этики, тормозящими развитие научного знания, факторами, усиливающими духовно-нравственный кризис современного общества. Для борьбы с подобными явлениями необходима политическая воля, использование международного и передового отечественного опыта. Следует резко активизировать популяризацию норм научной этики среди всех обучающихся, занимающихся исследовательской деятельностью, и начинать её надо со школьной скамьи. Закрывать сайты, организующие продажу курсовых-дипломов-диссертаций. Важной мерой стало бы правило размещать полный текст научной работы на сайте организации, где планируется её защита, в Интернете, обеспечив доступность исследования для всех заинтересованных лиц после защиты её на протяжении хотя бы одного года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, Е. Г., Долгих М. Г. Современное лицо плагиата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-litso-plagiata-statya/viewer – Дата обращения: 21.01.2022.

2. Эрлих, Г. В. Воспроизводимая невоспроизводимость / Г. В. Эрлих // Химия и Жизнь. – 2015. – №8. – С. 33–36.

УДК 631.332.635.21(075.8)

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

В. И. КЛИМЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 08.02.2022)

Селекционерами Беларуси и России созданы сорта картофеля и других культур, по своим качествам не уступающие лучшим европейским аналогам. Копирование же затратных и экологически опасных западных технологий интенсивного земледелия, от которых Запад уже уходит, приводит к значительным недоборам урожая и поставило на грань банкротства более 50 % белорусских и российских хозяйств. Государственная казна уже не в состоянии субсидировать морально устаревшие подходы к земледелию.

После удара чернобыльского набата, возвестившего о непоправимом, колоссальном ущербе, наносимом безумным использованием индустриальных технологий, к людям пришло осознание хрупкости окружающего мира и незащищенности самого человека перед глобальными катастрофами.

Наиболее вероятной постиндустриальной направленностью развития земледелия является интегрированное земледелие, позволяющее уменьшить применение минеральных удобрений и пестицидов, снизить энерго- и трудозатраты, а также экологически опасные нагрузки на окружающую среду при получении высоких урожаев. Такое земледелие, вобрало в себя (интегрировало) лучшие черты других систем использования земли, приобретает все больше сторонников в мировой науке и практике.

В статье представлены результаты многолетних исследований и испытаний технологий интегрированного земледелия при возделывании картофеля защищенных более 50 патентами на изобретения разных стран, в том числе приведены результаты исследований способов подготовки почвы под «зелёное удобрение» – предшественник картофеля, основной обработки и культивации, мульчирования почвы, подготовки гряд, гребней и междурядных обработок, а также исследование эффективности полифункциональных защитно-стимулирующих комплексов «Полислав» и «Полиазофос», обозначены пути расширения использования этих технологий.

Ключевые слова: *интегрированное земледелие, возделывание картофеля, природоохранные технологии.*

Breeders of Belarus and Russia have created varieties of potatoes and other crops that are not inferior in quality to the best European counterparts. Copying the costly and environmentally dangerous Western technologies of intensive farming, which the West is already moving away from, leads to significant crop shortages and has put more than 50 % of Belarusian and Russian farms on the verge of bankruptcy. The state treasury is no longer able to subsidize obsolete approaches to agriculture.

After the blow of the Chernobyl alarm, which announced the irreparable, colossal damage caused by the insane use of industrial technologies, people came to realize the fragility of the surrounding world and the insecurity of man himself in the face of global catastrophes.

The most likely post-industrial trend in the development of agriculture is integrated farming, which makes it possible to reduce the use of mineral fertilizers and pesticides, reduce energy and labor costs, as well as environmentally hazardous environmental loads when obtaining high yields. Such agriculture, which has absorbed (integrated) the best features of other systems of land use, is gaining more and more supporters in world science and practice.

The article presents the results of many years of research and testing of integrated farming technologies in the cultivation of potatoes protected by more than 50 patents for inventions from different countries, including the results of studies of soil preparation methods for «green fertilizer» – the predecessor of potatoes, basic cultivation and cultivation, soil mulching, preparation of rows, ridges and inter-row treatments, as well as a study of the effectiveness of the polyfunctional protective and stimulating complexes «Polyslav» and «Polyazophos», outlined ways to expand the use of these technologies.

Key words: *integrated farming, potato cultivation, environmental technologies.*

Введение

Одним из детищ индустриальных технологий стало интенсивное земледелие, которое широко применялось во второй половине XX и продолжает использоваться в начале XXI века. Оно характеризуется применением больших объемов минеральных удобрений и пестицидов, что привело к чрезмерному загрязнению окружающей среды.

Настало время, когда необходимо уделять большое внимание сохранению среды обитания не только человека, но и всего живого. И этому может помочь экологическое земледелие. В отдаленном прошлом оно применялось в широких масштабах и предусматривало использование значительных объемов органических удобрений, а борьба с сорняками велась агротехническими методами, в основном традиционной вспашкой отвальными корпусами и многочисленными культивациями.

В настоящее время ученые и практики разных стран приходят к выводу о необходимости ухода от этих полярных систем земледелия. На то есть два веских аргумента:

экологическое земледелие из-за низких урожаев не в состоянии обеспечить продуктами все возрастающее народонаселение;

интенсивное земледелие грозит уничтожением природных экосистем и деградационно-мутационным развитием растительного и животного мира.

Вместе с ужасом перед мрачными последствиями техногенных катастроф у людей все больше возникает потребность в создании «Нового знания» («Глобальной идеологии выживания»), то есть разработке постиндустриальных технологий, которые были бы высокотехнологичны и природоохранны.

Причем, в странах Запада серьёзные подвижки в сторону перехода от интенсивного земледелия к интегрированному делаются на правительственном уровне. Например, в Нидерландах в 80-е годы двадцатого века применение химических препаратов в сельском хозяйстве достигло такого уровня, который наносил значительный ущерб окружающей среде.

Поэтому правительство Нидерландов ещё в 1990 г. опубликовало многолетний план защиты сельскохозяйственных культур. В нём предусматривалось сокращение к 2000 г. объёма используемых пестицидов в два раза и минимизации нежелательных побочных эффектов. С этого времени уровень применения пестицидов, в частности, препаратов для внесения в почву, неуклонно уменьшается [1]. Современные технологии интегрированного земледелия заменили использование химических препаратов.

В США при выращивании сельскохозяйственных культур широко осваивают технологии интегрированного земледелия с рациональным использованием растительных остатков, разработанные за последние десятилетия учёными 14 американских университетов [2].

Основная часть

Обработка почвы во все времена была и остаётся фундаментальной основой земледелия. По мнению многих исследователей, правильная и качественная обработка почвы может сформировать до 25 % урожая, а в условиях аномально изменившегося климата сохранить и ещё 25 % урожая! Однако частые вспашки с многочисленными культивациями увеличивают ветровую и водною эрозию почвы, что уменьшает и истощает её плодородный слой. Исследователи отмечают, что мелкая дисковая обработка почвы традиционными однооперационными орудиями (1–12 см) на лёгких почвах зоны Полесья приводят к достоверному снижению урожая.

Большинство учёных и практиков сходятся во мнении, что традиционные дисковые рабочие органы себя полностью изжили, так как они, разрезая вегетативные органы наиболее злостных многолетних сорняков (пырей, осот), способствуют резкому увеличению засоренности полей. К этому же привело и использование традиционных стрельчатых рабочих органов почвообрабатывающих орудий и высокоскоросных фрез (с приводом от ВОМ трактора), которые также разрезают вегетативные органы сорняков. Применение на подготовке почвы этих режущих рабочих органов увеличивало на полях количество сорняков, которые по данным БелНИИЗР ещё в 1998 г. были способны вынести с каждого гектара 150–200 кг NPK и являлись резерватом инфекций культурных растений, то есть превышение допустимых порогов засоренности сорняками настолько велико, что носит характер «зелёного пожара». По мнению исследователей, расширение объёмов использования гербицидов ситуацию кардинально не поправит, но резко увеличит загрязнение окружающей среды.

Безотвальная обработка почвы, особенно минимальная, по сравнению с отвальной менее энерго- и трудозатратна, но её способы и реализующие её рабочие органы с.-х. машин не соответствуют современным требованиям. Она предполагает применение в значительных объёмах гербицидов, что приводит к удорожанию с.-х. продукции и экологически опасно. Выход из этого положения может быть найден в современных технологиях обработки почвы, при которых исключаются операции резания корневищ сорняков, почва разрыхляется и перемешивается с одновременной сепарацией.

Более чем 20-летние исследовательские и практические работы позволили найти новые способы минимальной обработки почвы и разработать новые рабочие органы. Основой таких способов стали операции рыхления и перемешивания почвы. Для их выполнения разработаны комбинированные рабочие органы – горизонтальные и фронтальные низкоскоростные фрезы, которые раздавливают комки, рыхлят и сепарируют почву, отделяют от нее сорняки, вычёсывая их. Они работают с низкой линейной скоростью (8–20 км/ч), поскольку приводятся во вращение от сцепления с почвой. Это позволяет в сравнении с высокоскоростным фрезерованием (привод от ВОМ трактора) уменьшить энергозатраты на культивацию почвы в два раза и больше.

Создание таких комбинированных рабочих органов [3] позволило разработать шлейф лёгких навесных с.-х. машин нового поколения для тракторов «Беларус» и других энергосредств. Характерная особенность этих машин (культиваторов фрезерных универсальных КФУ-3,2, КФУ-4,0, КФУ-7,3, КФУ-8,0) – наличие блоков низкоскоростных фрез и мощных рыхлителей, представляющих собой дугообразные лапы, установленные на жёсткоупругих стойках. Универсальность этой техники в том, что она

за один проход агрегата выполняет операции лущения, дискования, основной обработки, культивации почвы и подготовки семенного ложа. При этом обеспечивается необходимая глубина обработки почвы (с эффективным мульчированием поверхности): при лущении – 5–7 см, при культивации – 8–17 см, при основной безотвальной обработке – 18–23 см. По своему назначению культиваторы типа КФУ – многофункциональные комбинированные агрегаты на основе чизельного плуга, сокращающие в 2–3 раза сроки и затраты на проведение полевых работ.

По данным производственных испытаний, проведенных в 2002–2003 гг. в Полесском филиале Белорусского НИИ земледелия и кормов, затраты энергоресурсов на обработке почвы культиваторами типа КФУ по сравнению с использованием стандартных чизельных агрегатов уменьшаются в 2,2–2,8 раза, по сравнению с традиционной технологией с применением вспашки – 2,8–3,5 раза. При этом осенью в почву качественно заделываются стерня, измельченная солома и пожнивные остатки.

Эти данные подтверждают государственные приемочные испытания, проведенные в Российской Федерации (Кировская МИС), в 2003 г., где особо подчеркивалось, что горизонтальные низкоскоростные фрезы крошат пласт почвы до частиц размером меньше 50 мм (98,6 %), а 84,1 % почвы крошится до частиц размером менее 10 мм.

Благодаря возможности поверхностной обработки почвы новые культиваторы позволяют значительно увеличить площади выращивания «зеленого удобрения» при использовании в качестве посевного материала потерь семян (падалицы) при уборке. При этом осыпавшиеся семена равномерно распределяются в верхнем слое качественно мульчированной почвы, что обеспечивает их дружные всходы. Такой агроприем позволяет также расширить объемы получения дополнительных кормов за счет подкашивания отросшей зеленой массы. Стоимость семян и их посев – главные статьи расходов при возделывании зеленого удобрения. Исключение этих затрат, а также применение малозатратной минимальной обработки почвы взамен традиционной дает возможность получать дешевое зеленое удобрение. Использование при этом озимой ржи или многих видов крестоцветных позволяет с помощью воздействия ризосферы этих культурных растений на сорняки подавлять развитие последних, то есть использовать «зеленые удобрения» и в качестве биогербицидов, а благодаря содержащимся в них питательным элементам, в том числе добытым растениями из подпахотного горизонта, увеличивать урожайность последующих культур в севообороте и накапливать гумус в почве [4].

Выращивание «зеленых удобрений» из утерянных семян с последующей заделкой их в почву необходимо еще и потому, что иначе (как обычно бывает) при основной обработке почвы семена попадают на большую глубину, откуда через год или два почвообрабатывающими орудиями выносятся в верхние слои почвы, всходят и засоряют посевы основной культуры.

В 2004 г. Полесским филиалом Института земледелия и селекции НАН Беларуси совместно с ЗАО «Славянская технология» проводилось исследование влияния способов обработки дерново-подзолистой почвы на урожайность пожнивных крестоцветных, являющихся наилучшим предшественником под картофель. Установлено (таб.1), что лущение стерни с подготовкой семенного ложа на глубину 5–6 см за один проход агрегата под пожнивный посев редьки масличной на зеленое удобрение обеспечило прибавку урожая зеленой массы с 1 га на 39,7 % в сравнении с дискованием БДТ-3,0 и предпосевной обработкой почвы агрегатом АКШ-3,6 (эталон). Одновременно с прибавкой урожая зеленой массы получена экономия топлива, которая составила 70,4 % на каждом гектаре посевов.

Таблица 1. **Урожайность редьки масличной и экономия топлива в зависимости от способов обработки почвы**

Способ обработки почвы	Урожай зеленой массы		Расход топлива	
	ц/га	%	кг/га	%
Дискование БДТ-3, 10-12см + обработка АКШ-3,6 (эталон)	141	100	15,9	100
Обработка КФУ-3,2, 10-12 см	197	139,7	4,7	29,6

В технологии возделывания картофеля значительное внимание уделяется новым способам подготовки гряд, гребней, и междурядным обработкам, которые обеспечиваются культиваторами – грядообразователями – окучниками КГО-3,0, КГО-3,6, КГО-3,0Г, КГО-3,6Г [5].

Культиватор-грядообразователь-окучник работает следующим образом. Каждый окучник устанавливается по центру междурядья, при движении культиватора рыхлитель – щелеобразователь каждого окучника рыхлит почву по центру междурядья и образует щель в почве глубиной 0,03–0,2 м. Эта щель разделывается с помощью правого и левого дисков-загортачей окучника с рыхлящими элементами у кромок дисков. Процесс разделки щелей осуществляется следующим образом. В процессе поступательного перемещения культиватора каждый диск – загортач в результате сцепления с почвой его рыхлящих элементов вращается.

При этом рыхлящие элементы входят в почву в зоне щели у центра междурядья, образованной поступательно перемещающимся рыхлителем-щелеобразователем. В процессе вращения диска-загортача рыхлящие элементы измельчают почву в зоне щелей, по всей ширине междурядий и боковин гребня и, сообщая при этом микрокомкам измельченной почвы скорость в направлении вершины гребня и по ходу перемещения культиватора, одновременно выбрасывают измельченную почву на вершину гребня. Попавшая на поверхность вращающегося диска-загортача почва под воздействием центробежных сил подается на рыхлящие элементы, которыми измельчается и укладывается в гребень. Идущие за дисками-загортачами планчато-зубовые рыхлители (горизонтальные низкоскоростные фрезы) рыхлят и перемешивают почву на глубину 5–7 см, сепарируют её, отделяя сорняки от почвы.

При обработках посадок в послевсходовый период в процессе описанного выше окучивания гряд под направленным воздействием на растения частиц измельченной почвы, обладающих определенной кинетической энергией, надземная часть растений укладывается в гребень с ориентировкой их по направлению движения рыхлителя-щелеобразователя- окучника.

Одновременно с измельчением почвы рыхлящие элементы дисков-загортачей и планчатозубовых барабанов-рыхлителей отделяют сорняки от почвы вследствии того, что измельченные частицы почвы сходят с игольчатых рыхлящих элементов раньше, чем сорняки, имеющие большие, чем частицы почвы линейные размеры и меньший вес. В результате этого сорняки, оказавшиеся на поверхности почвы, засыхают.

Рыхление почвы по центру междурядья, измельчение её игольчатыми рыхлящими элементами диска-загортача и планчатозубового барабана по всему междурядью и на гребнях позволяют повысить аэрацию почвы, улучшить условия для образования клубней и качество последних путем стабилизации факторов жизнеобеспечения растений. Рыхлое состояние почвы в гребне и на дне междурядья облегчает работу сепарирующих рабочих органов комбайнов.

Испытаниями в Институте картофелеводства НАН Беларуси подтверждено, что создаваемая при обработках культиваторами-грядообразователями-окучниками КГО-3,0 и КГО-3,6 структура почвы позволяет повышать урожайность картофеля до 15 %, эффективно подавлять сорные растения, уменьшать потери клубней за комбайном, а также уменьшать в два раза количество примесей в ворохе убранного картофеля.

В 2004 г. в КСУП «Экспериментальная база Гомельская» Гомельского района лущение с образованием мульчи, подготовку почвы под посев озимых зерновых и подъем зяби производили культиватором фрезерным универсальным КФУ-7,3. Его общая наработка в осенний период составила 1348 га, средняя сменная производительность (при работе в одну смену) – 40–50 га. Впервые за последние 20 лет хозяйство выполнило подъем зяби в запланированном объеме и с высоким качеством.

При проведении государственных приемочных испытаний культиватора фрезерного универсального КФУ-4,0 в РУП «Белорусская машиноиспытательная станция» в 2004 г. подтверждены данные ЗАО «Славянская технология» о том, что он качественно производит лущение стерни на глубину 5–7 см, подавляя при этом на 100 % сорные растения, обеспечивает дружные всходы утерянных при уборке семян зерновых культур (падалицы) и провоцирует всходы сорняков, уничтожая их при следующем проходе культиватора через 2–3 недели после лущения стерни.

Приведенные выше технологические процессы обработки почвы, семейство культиваторов фрезерных универсальных нового поколения.

КФУ-2,3, КФУ-3,2, КФУ-4,0, КФУ-7,3, КФУ-7,8 и семейство культиваторов-грядообразователей-окучников КГО-3,0, КГО-3,0Г, КГО-3,6, КГО-3,6Г, содержат 41 изобретение и защищены патентами Республики Беларусь (№ 2052, №4081, №4167, №4168, №4219, №4581, №6772, №6881, №6911) и Российской Федерации (№2125783, №2130241, №2200376, №2222126, №2222131, №2229778).

Новые способы обработки почвы и культиваторы, с помощью которых они осуществляются, прошли испытания в хозяйствах всех областей Беларуси, Кировской и Брянской областей России, а также успешно прошли государственные приемочные испытания, рекомендованы к серийному производству и успешно работают в указанных регионах с 2003 г. и по настоящее время.

В комплекс машин для интегрированного земледелия «Славянская технология» входят распылительные системы «Шквал», устанавливаемые на протравливатель семян ОПС-1АК [6,7], а также на универсальный тракторный опрыскиватель ОУК-24-80 [8].

Госиспытания на Белорусской и Северно-Западной МИС, а также 7-летние производственные испытания в Гомельской области (совхоз «Борисовщина» Хойникского района им. Некрасова и «Социализм» Гомельского района; колхоз «Рассвет» Рогачёвского района; з/б «Пенчин» Буда-Кошелевского района) подтвердили, что при протравливании семенного картофеля с помощью системы «Шквал»

производительностью 5–50 т/ч и использовании контактных препаратов норму расхода их можно уменьшить с 8 до 0,4 л/т при обеспечении полноты протравливания 99 % и степени эффективного покрытия поверхностей клубней 98 %.

Производственные испытания, проведенные в 1999–2003 гг. в совхозе «Брилёво» Гомельского района, других хозяйствах и БелНИРУП Институт плодоводства, показали, что распылительная система «Шквал», устанавливаемая на универсальный тракторный опрыскиватель ОУК-24-80, позволяет обрабатывать пестицидами, в том числе и препаратами «Полислав», «Полиазофос» полевые, плодовые и овощные культуры, вносить ЖКУ, дезинфицировать животноводческие и складские помещения и прилегающие территории.

Распылительная система «Шквал» имеет свои особенности: выходные сопла распылителей не забиваются, поскольку они выполнены в виде круговой щели размером 8–12 мм; в системе гидрокоммуникаций можно снизить давление в 10 раз и более, так как распыл происходит вследствие воздействия воздушных потоков на рабочую жидкость, сходящую с окончания дискового распылителя; универсальность систем позволяет применять ультрамалообъемное, малообъемное и объемное нанесение рабочей жидкости на семена и листовую поверхность растений при высокой монодисперсности воздушно-капельных потоков; поверхность семян, листьев растений, а также нижняя сторона их покрывается пестицидами на 98–100 %; рабочая жидкость при выходе из дискового распылителя не испаряется, поскольку скорость капель в этот момент близка к скорости воздушных потоков, дробящих капли и одновременно охлаждающих их; обслуживающий персонал в сотни раз меньше контактирует с пестицидами при технических обслуживаниях распылительных систем, поскольку они сокращены до двух раз в год – предсезонного и послесезонного.

Существенное место в технологии возделывания картофеля в Республике Беларусь занимает обеспечение эффективной защиты от болезней с использованием препаратов полифункционального назначения, обладающих как фунгицидным действием против возбудителей болезней, так и являющихся источником необходимых растению картофеля микроэлементов (медь, цинк, бор, магний и др.).

Поставленные задачи позволяют решить комплексы защитно-стимулирующие (КЗС) в виде препаратов «Полиазофос», (ПКС-2), 63 % пс и «Полислав», 63 %ПС, созданных в результате десятилетних исследований ЗАО «Славянская технология» и представляющих собой сложные органо-минеральные комплексы, которые наряду с защитой растений картофеля от фитофтороза обеспечивают растения необходимыми микроэлементами, повышают усваиваемость макроудобрений [9, 10].

Исследования по влиянию препаратов «Полиазофос» и «Полислав» на продуктивность и качество картофеля, а также на пораженность клубней и вегетирующих растений болезнями проводились совместно с регистрационными испытаниями в 1998–2003 гг. в лабораториях защиты картофеля, комплексных исследований и динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси (табл. 2, табл. 3). Учеными Брянской опытной станции по картофелю (Россия) подтверждены данные ЗАО «Славянская технология» и РУП «Институт защиты растений» по эффективности препаратов.

В результате регистрационных испытаний, проведенных в лаборатории защиты картофеля в 1998г., установлено, что эффективность «Полиазофоса» против фитофтороза картофеля на сорте Явар была на уровне фунгицида браво-500, а урожай клубней по сравнению с контролем повысился на 105,9 %, в то время как в варианте с браво-500 – на 84,9 % (табл. 2). В этом случае подтверждаются данные ЗАО «Славянская технология» о том, что «Полиазофос» обладает не только фунгицидными свойствами, но проявляет стимулирующий эффект, возможно, за счет повышения степени использования питательных веществ.

В целях более полной и объективной оценки препаратов серии «Полиазофос» важно было провести исследования в различных зонах Беларуси на различных типах почв. С этой целью в 1998 г. лабораторией комплексных исследований БелНИИЗР в совхозе «Ветковский» Ветковского района Гомельской области и на опытном поле Института защиты растений (п. Прилуки Минского района) были проведены опыты по оценке эффективности препаратов «Полиазофос» против фитофтороза картофеля. Различия опытных участков были в гранулометрическом составе почв и содержании органического вещества. Основные характеристики опытных участков: совхоз «Ветковский» – почва дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая мореной; содержание органического вещества – 1,3 %; п. Прилуки – почва дерново-подзолистая суглинистая, содержание органического вещества – 2,1 %. Агротехника возделывания картофеля была традиционной. Кроме защитных мероприятий против фитофтороза с использованием изучаемых и эталонных препаратов проводились фоновые обработки против сорных растений и колорадского жука. Погодные условия были благоприятными для роста и развития картофеля, однако частые дожди во второй половине июня и в последующий период вегетации создали условия для развития фитофтороза, уменьшили период защитного действия контактных фунгицидов.

Таблица 2. **Эффективность фунгицидов против фитофтороза картофеля (сорт Явор, опытное поле БелНИИЗР 1998 г.)**

Вариант	Появление фитофтороза дата	Развитие фитофтороза через 8 дней после последней обработки, %	Биологическая эффективность, %	Урожайность ц/га	Прибавка ц/га
Контроль – без обработки	13.07	100,0	–	143,3	
«Браво-500»	15.07	48,8	51,2	265,0	121,7
«Полиазофос»	13.07	49,2	50,8	295,0	151,7
$НСР_{05}$		6,6			

Как видно из данных табл. 3, биологическая эффективность препарата «Полиазофос» против фитофтороза в Ветковском районе была на уровне контактного фунгицида азофос и близкой к эффективности двукратной обработки системным фунгицидом ридомил МЦ (опыт в Минском районе). Совместное использование «Полиазофоса» и «Полислава» дало достоверную прибавку урожая в 19,5 ц/га по сравнению с применением азофоса.

Таблица 3. **Эффективность препаратов полиазофос и полислав против фитофтороза и их влияние на урожайность картофеля (1998 г.)**

Вариант	С-з «Ветковский», сорт Брянский ранний		БелНИИЗР, п. Прилуки, сорт Орбита	
	фитофтороз, %	урожай клубней, ц/га	фитофтороз, %	урожай клубней, ц/га
«Полиазофос», 4 кг/га (3-кратная обработка)	44,0	245,4	35,0	316,7
«Полиазофос», 4 кг/га + «Полислав», 1 кг/га (3-кратная обработка)	40,0	255,3	30,0	330,5
«Азофос», 4 кг/га (эталон)	45,0	235,8	–	–
«Ридомил МЦ», 2,3 кг/га (эталон) (2-кратная обработка)	–	–	20,0	334,0
Контроль, бефунгицидов	80,0	189,3	75,0	179,0
$НСР_{05}$		18,0	21,6	

С целью всесторонней оценки препарата «Полислав» в 2003 г. в лаборатории динамики пестицидов были проведены исследования его эффективности против фитофтороза картофеля в нормах расхода 4,0; 5,0; 6,0 л/га как в чистом виде, так и в сочетании с однократной обработкой комбинированным препаратом акробат МЦ. В качестве эталона был выбран фунгицид контактного действия пеннкобец. Опытами установлено, что 4-кратное применение препарата «Полислав» в норме расхода 5,0 л/га существенным образом сдерживало развитие фитофтороза. Биологическая эффективность полислава против фитофтороза составила 86,5 % при 91,6 % в эталоне (пеннкобец). Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 25,4 % при урожайности в контроле 265,8 ц/га.

Таблица 4. **Влияние препаратов «Полиазофос» и «Полислав» на урожай, его качество и пораженность болезнями картофеля Брянская обл., п. Новые Дарковичи, ГНУ Брянская опытная станция по картофелю, 2003 г.**

Вариант	Урожай, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Содержание крахмала, %	Пораженность растений, %		
				ризоктониозом	альтернариозом	фитофторозом
Брянский деликатес						
Контроль (без обработки)	19,3	–	10,4	3,5	7,8	1,9
Обработка клубней водой	19,8	0,5	10,9	3,2	7,6	1,8
«Полислав-1», осенняя обработка клубней, 3 кг/т	22,4	3,1	11,0	0	7,3	1,7
«Полислав-1», осенняя обработка клубней, 3 кг/т + «Полислав», обработка клубней перед посадкой, 3 кг/т	22,8	3,5	11,5	0	7,0	1,7
«Полиазофос», осенняя обработка клубней, 2 кг/т + 2-кратное опрыскивание растений до цветения, 4 кг/га	23,7	4,4	12,3	0	5,3	1,5
«Полиазофос», обработка растений до цветения, 4 кг/га	23,0	3,7	11,3	2,8	5,2	1,6
«Эпин», обработка клубней весной, 20 мл/т	21,6	2,3	11,4	2,7	6,0	1,7
Дебрянск						
Контроль (без обработки)	20,5	-	13,0	3,1	5,8	1,6
Обработка клубней водой	21,0	0,5	13,3	3,1	5,7	1,7
«Полислав», обработка клубней весной, 3 кг/т	23,5	3,0	13,9	1,4	5,7	1,6
«Полислав», обработка клубней весной, 3 кг/т + «Полиазофос» по вегетации, 4 кг/га	24,9	4,4	13,9	1,3	5,8	1,6
«Полислав», обработка клубней весной, 3 кг/т + по вегетации 3-кратно, 4 кг/га	25,6	5,1	14,0	1,4	5,6	1,5

На сорте Брянский деликатес наиболее высокий урожай получен при осенней обработке (в течение 4 часов после уборки) семенных клубней медьсодержащим препаратом «Полиазофос», 2,0 кг/т с последующей обработкой вегетирующих растений (2-кратное опрыскивание с нормой расхода 4,0 кг/га). В этом случае прибавка урожая составила 44 ц/га или 23 % к контролю. Предпосадочная обработка семенных клубней «Полиславом» (3,0 кг/т) и 3-кратная внекорневая подкормка растений этим же препаратом (4,0 кг/га) достоверно повысили урожай картофеля сорта Дебрянск, соответственно, на 51 ц/га. При использовании «Полиазофоса» для обработки клубней и растений повышалось содержание крахмала в зависимости от сорта на 0,6–0,9 % (табл.3).

Необходимо отметить, что при осенней обработке клубней препаратами «Полислав» (3,0 кг/т) и «Полиазофос» (2,0 кг/т) снижалось поражение клубней сухими и мокрыми гнилями на 2,8–2,9 и 2,5–2,6 %, соответственно. Важнейшим результатом действия препаратов «Полиазофос» и «Полислав» является 100 % подавление возбудителя ризоктониоза – крайне опасной болезни картофеля.

Таким образом, результаты многолетних исследований подтверждают возможность и целесообразность использование препаратов «Полиазофос» и «Полислав» в технологии возделывания картофеля с целью защиты от комплекса болезней и повышения урожайности.

Заключение

По результатам проведенных исследований и испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Использование культиваторов типа КФУ при выращивании сидерата – редьки масличной и последующей зяблевой обработки почвы культиватором КФУ под картофель позволяет уменьшить ресурсные затраты более чем в 2 раза в сравнении с традиционной технологией при повышении урожайности.

2. Использование при возделывании картофеля культиваторов типа КГО в сравнении с культиваторами КОН-2,8 традиционной технологии позволяет повышать урожайность картофеля до 15 % эффективно подавлять сорные растения, уменьшать потери клубней за комбайном, а также уменьшать в два раза количество примесей в ворохе убранного картофеля.

3. Использование защитно-стимулирующих комплексов «Полислав» и «Полиазофос» позволяет значительно уменьшить поражение картофеля ризоктониозом, альтернариозом и фитофторозом при повышении урожая клубней до 51 ц/га в сравнении с контролем.

4. Перспективность изложенных технологий интегрированного земледелия подтверждена использованием их на протяжении 20 последних лет во всех областях Республики Беларусь, Брянской, Кировской и других областях Российской Федерации.

5. К сожалению, эти технологии, используются поэлементно. Так, в одних хозяйствах применяются только культиваторы типа КФУ, в других – культиваторы КГО или распылительные системы «Шквал» на протравливании картофеля, или распылительные системы «Шквал» на обработке вегетирующих растений, или полифункциональные защитно-стимулирующие комплексы «Полислав» и «Полиазофос».

6. Для получения наибольшего эффекта от использования природоохранных технологий интегрированного земледелия необходимо применять их не по одному элементу, а комплексно, начиная с экономически стабильных опорных хозяйств, например, для начала хотя бы по одному хозяйству в каждой из областей Республики Беларусь. При этом необходимо более широко использовать при возделывании картофеля комбинированную обработку почвы, разумно сочетающую операции современной безотвальной обработки и вспашки, а также особое внимание обратить на внедрение экологически безопасных, полифункциональных защитно-стимулирующих комплексов «Полислав» и «Полиазофос» по успешному примеру Брянской области Российской Федерации.

7. На базе экономически стабильных опорных хозяйств необходимо производить обучение руководителей и специалистов изложенным выше технологиям современного экологичного природоохранного земледелия, разработанным учеными учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», поскольку эти технологии дают результат и выдержали испытания временем!

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы белорусско-голландского семинара по картофелеводству / L. A. Van Hogendorp, Paul C. M. Van Eijck. – Мн., – 1998. – 42с.

2. Системы и методы рационального использования. – Monsanto: «Айова Экспорт-Импорт США», 1999. – 185с.

3. Клименко, В. И. Новый блок комбинированных рабочих органов для культивации почвы / В. И. Клименко // Картофель и овощи. – 2004. – № 8. – С. 20–21.

4. Семененко, Н. Н. Промежуточные культуры - важнейший фактор интенсификации почвозащитного земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья / Н. Н. Семененко, П. П. Крот // Земледелие и защита растений. – 2018. – №1. – С. 13–19.

5. Пат. 4168 Республика Беларусь, МПК7 А01В21/04. Устройство для подготовки семенного ложа и междурядных обработок / Клименко В. И.; заявитель и патентообладатель Клименко В. И. – №а19980476; заявл. 15.05.98; опубл. 30.12.01, Афіц. бюл. №4 / Дзярж. пат. кам. Рэсп. Беларусь. – 3 с.

6. Клименко, В. И. Обработка семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами в лотковой камере протравливания: дис…. канд. техн. наук / В. И. Клименко. – Горки: БГСХА 1993. – 237 л.

7. Клименко, В. И. Механизация обработки семенного картофеля / В. И. Клименко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1989. – № 5. – С. 13–14.

8. Пат. 2131783 Российская Федерация МПК6 В05В3/02. Устройство для распыления жидкого вещества / Клименко В. И.; заявитель и патентообладатель Клименко В. И. – № 97117237; заявл. 24.10.97; опубл. 20.06.99, Бюл. №17 /Гос.пат. ком. Российской Федерации.5с.: ил.

9. Пат. 4171 Республика Беларусь, МПК7 А01N59/00. Защитно-стимулирующий комплекс для защиты растений от болезней и регулирования их роста (варианты), способ защиты растений от болезней и регулирования их роста / Клименко В. И.; заявитель и патентообладатель Клименко В. И. – № а20000236; заявл. 10.03.2000; опубл. 30.12.01, Афіц. бюл. № 3 / Дзярж. пат. кам. Рэсп. Беларусь. – 6 с.

10. Пат. 2204902 Российская Федерация МПК7 А01N59/00. Защитно-стимулирующий комплекс «Полиазофос» для защиты растений от болезней и регулирования их роста / Клименко В. И. ; заявитель и патентообладатель Клименко В. И. – № 2000106664; заявл. 17.03.2000; опубл. 27.05.03, Бюл. №15 / Гос. пат. ком. Российской Федерации. – 3 с.

УДК 331.548:[378.095:63](476.4)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В УО БГСХА

П. Б. ЛЮБЕЦКИЙ, М. Ю. НИКОНОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

В статье описаны результаты проведенного опроса первокурсников, как одного из сегментов целевой аудитории при осуществлении коммуникационной работы вуза. Анализ полученной в ходе исследования информации позволил дать достаточно объективную оценку эффективности работы сотрудников учреждения высшего образования по продвижению образовательных услуг и профессиональной ориентации молодежи.

***Ключевые слова**: продвижение, профориентация, целевая аудитория, интернет-опрос, абитуриент, маркетинг, эффективность.*

The article describes the results of a survey of first-year students as one of the segments of the target audience in the implementation of the communication work of the university. An analysis of the information obtained during the study made it possible to give a fairly objective assessment of the effectiveness of work of employees of a higher education institution in promoting educational services and vocational guidance for young people.

***Key words**: promotion, career guidance, target audience, Internet survey, applicant, marketing, efficiency.*

Введение

Профессиональная ориентация учащейся молодежи является особенно актуальной задачей для учреждений образования аграрного профиля. Республика Беларусь является индустриально-аграрной страной, что определяет потребность в высококвалифицированных кадрах с соответствующими компетенциями. Стратегическая роль агропромышленного комплекса в экономике страны часто не осознается молодым поколением и без информационно-разъяснительной работы им сложно представить своё место в экономической системе и выбрать направление движения к нему.

Востребованность квалифицированных кадров высока во всех отраслях социально-экономического блока, а количество потенциального трудового ресурса ограничено. В связи с этим за привлечение молодых людей для подготовки из них специалистов на рынке образовательных услуг складывается достаточно острая конкуренция. Одним из важнейших инструментов конкурентной борьбы учреждений образования является профориентационная работа. Эффективную форму работы каждый конкурент на рынке образовательных услуг совершенствует эволюционным путем и адаптирует под свою специфику.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия ведет активную профориентационную работу среди выпускников средних, профессиональных и специальных учреждений образования. Коммуникации с потенциальными абитуриентами стали неотъемлемой частью повседневной работы профессорско-преподавательского состава. Измерение результативности этой деятельности является очень актуальным вопросом для любого вуза.

Оценки эффективности коммуникаций с целевой аудиторией должны быть объективными и достоверными, чтобы принятые с их учётом решения были максимально адекватными, своевременными и продуктивными. Профориентационная работа в вузе по своей сути является коммуникационной работой в отношении одного из сегментов целевой аудитории – потенциальных абитуриентов. Одним из наиболее популярных методов оценки эффективности маркетинговых коммуникаций является опрос потребителей товаров и услуг. С его помощью можно получить качественную и надежную информацию от непосредственных участников изучаемых процессов. Поскольку новоиспечённые студенты не так давно являлись объектом профориентационной работы, то по их мнениям можно составить наиболее объективную и достоверную оценку эффективности профориентации академии.

Одной из секций научно-методического совета академии, а также студенческой научной лаборатории маркетинговых исследований «МИСС» было поручено провести исследование форм профориентационной работы вуза. Цель исследования – оценка эффективности и разработка рекомендаций по совершенствованию.

Основная часть

Источниками информации выступили студенты 1 курса дневной формы обучения, среди которых были выпускники учреждений среднего и среднего специального образования. Для сбора информации у студентов-первокурсников использован метод интернет-опроса, который удобно реализован в онлайн-сервисе Webanketa.com. В указанном онлайн-сервисе была составлена анкета, которая позволила собирать информацию даже в условиях отсутствия студентов в академии (они были на каникулах) и в

условиях пандемии, когда нежелательны массовые мероприятия в закрытых помещениях. Анкета включала 12 основных вопросов и 5 классификационных. Время ответа на вопросы анкеты составило от 6 до 9 минут. Для доступа к анкете достаточно было переслать гиперссылку на её веб-страницу в мессенджере или сканировать QR-код. Респонденты могли работать с анкетой как на компьютере или ноутбуке, так и на смартфоне или планшете.

При формировании выборки планировалось охватить интернет-опросом всех первокурсников академии, однако провести сплошное наблюдение не получилось по объективным причинам. В результате из 730 первокурсников в опросе приняли участие 534, что составляет 73,2 %.

Наибольшие доли в выборке пришлись на студентов агрономического (19,5 %), экономического факультета (15 %) и факультета бухгалтерского учета (14,6 %). В процессе проведения опроса наиболее высокую вовлеченность и организованность показали кураторы пяти факультетов, к которым коллектив исследователей обращался с просьбой организовать опрос в студенческих группах: экономический факультет, факультет бизнеса и права, агроэкологический и агрономический факультеты и факультет бухгалтерского учёта. В возрастной структуре выборки бóльшая часть респондентов в возрасте 17 лет (39 %) и 18 лет (38,6 %).

При организации профориентационной работы сотрудники академии часто решают задачу определения оптимального времени преподнесения информации о нашем вузе абитуриенту. При этом, высказываются разные точки зрения по этому вопросу. С одной стороны, тот, кто раньше сообщит информацию о себе, создает реципиенту запас времени на обработку и использование этой информации. С другой стороны, согласно исследованиям Гланцера и Кунитца [1, с. 23; 2, с. 188], информация, представленная в начале информационного воздействия, с большей вероятностью будет храниться в долговременной памяти, а если она представлена аудитории в конце информационного воздействия, то с большей вероятностью будет запоминаться в краткосрочной памяти. Чтобы определить какая из этих точек зрения принесла бы наибольший результат в отношении профориентации абитуриентов БГСХА 2021 года, первокурсникам был задан вопрос о том, когда они приняли решение о поступлении в академию (рис. 1а).

Значительная часть первокурсников отметила, что этот вопрос они решали заблаговременно. 26,4 % приняли решение о поступлении более чем за год до поступления. Но самая большая доля пришлась на тех, кто принял решение всего за несколько месяцев до начала приема документов в вузы (25,8 %). Это были люди, которые целенаправленно выбирали вуз для поступления. Остальная часть первокурсников видимо решала задачу другим образом: не «поступить в конкретный вуз», а «поступить, куда получится». Для такого решения нужно было дождаться результатов централизованного тестирования (ЦТ).

Рис. 1 а. Рейтинг ответов на вопрос «Когда Вы приняли решение о поступлении в академию?»

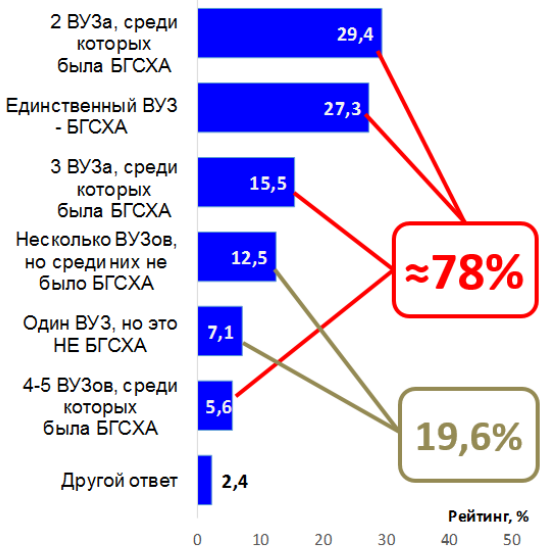


Рис. 1 б. Рейтинг ответов на вопрос «Сколько вузов Вы рассматривали в качестве альтернатив для поступления?»

Почти половина первокурсников принимала решение о поступлении в академию в июне-июле. Поэтому важно в этих месяцах обеспечить максимальную доступность информации об академии, которая

нужна абитуриенту для принятия решения о поступлении. Учитывая то, что профориентационная работа в академии проводится на протяжении всего учебного года и особенно активизируется весной, то обеспечение информации указанной категории абитуриентов вполне достаточно.

Изучение количества альтернатив для поступления показало результаты, представленные на рис. 1 б. У многих опрошенных первокурсников академия была единственным вариантом для поступления (27,3 %). С одной стороны, это должно радовать, ведь скорее всего это абитуриенты, которые сделали твёрдый выбор в пользу академии. С другой стороны, среди них с высокой вероятностью много таких абитуриентов, которые не могли претендовать со своими знаниями на поступление в другие вузы. У большинства первокурсников было две альтернативы, включая академию (29,4 %). Если сосчитать всех первокурсников, альтернативы выбора которых включали академию, то получится вполне красивая цифра, свидетельствующая о высоком качестве профориентационной работы: 78 % поступивших в академию абитуриентов знали о ней. «Случайных» абитуриентов оказалось около 20 % и вполне вероятно, что их привела в академию именно профориентационная работа.

При организации коммуникационной работы важно знать, насколько подвержен влиянию реципиент (рис. 2 а) и какой участник коммуникации имеет наибольшее влияние на него (рис. 2 б).

Рис. 2 а. Рейтинг ответов на вопрос «Насколько Ваше решение о поступлении было обусловлено влиянием других людей?»

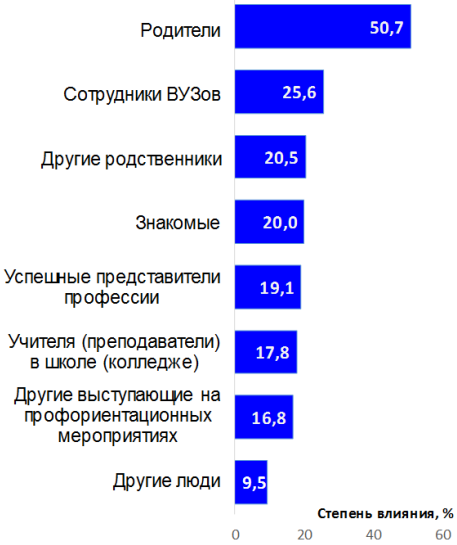


Рис. 2 б. Рейтинг категорий людей по степени их влияния на решение о поступлении

Исследование степени влияния других людей на решение абитуриента, среди которых важное место принадлежит сотрудникам академии, выполняющим профориентационную работу, показало следующие результаты. Большая часть первокурсников указала на то, что их решение о поступлении принято с учётом рекомендаций других людей, в т.ч. рекомендаций и информационной работы сотрудников академии. В целом другие люди повлияли на решение о поступлении 75 % наших первокурсников. Были среди первокурсников и очень самостоятельные (16,1 %), и такие, за которых решение приняли родители (7,1 %). В целом три четверти абитуриентов готовы слушать других людей и использовать их информацию при принятии решения о поступлении.

Следующим логичным вопросом напрашивается «А от каких людей готовы слушать информацию абитуриенты и использовать ее при принятии решения о поступлении?». В ходе исследования первокурсники оценили влияние других людей на их решение о поступлении в Академию, что позволило рассчитать среднюю степень влияния категорий людей, взаимодействующих с абитуриентом, на решение о поступлении (рис. 2 б).

Результаты исследования ожидаемо показали, что самыми влиятельными для абитуриентов людьми являются их родители. 15,5 % первокурсников отметили, что родители очень сильно повлияли на их решение о поступлении, а 21,3 % оценили такое влияние, как значительное. В целом родители на 50 % влияют на решение абитуриентов. На втором месте по степени влияния расположились сотрудники вузов, осуществляющие профориентационную работу, имеющие вдвое меньшую степень влияния – 25,6 %. Это очень высокая оценка, учитывая, что сотрудники вузов по степени своего влияния на абитуриента опережают других родственников и знакомых.

Одним из главных моментов в проведенном исследовании стала форма проведения профориентации (рис. 3 а).

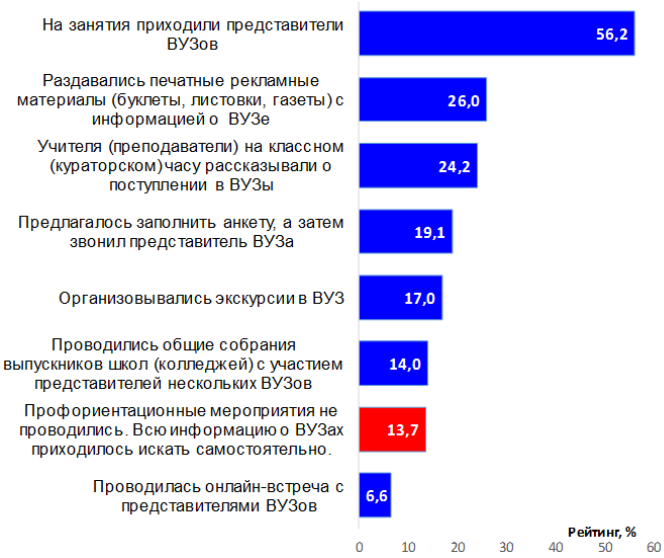


Рис. 3 а. Рейтинг используемых форм профориентационной работы

Рис. 3 б. Рейтинг ответов на вопрос «Какие варианты проведения профориентации оказались наиболее полезными лично для Вас?»

Ответы первокурсников показывают, что профориентационными мероприятиями были охвачены не все из них. 13,7 % отметили, что для них профориентационные мероприятия не проводились. Доля таких ответов достаточно маленькая. Наиболее часто используемой формой профориентации является посещение школьных занятий (56,2 %). На втором месте по популярности располагается раздача печатных рекламных материалов о вузе (26 %). Чаще всего такая раздача осуществлялась как раз-таки во время посещения занятий. Заполнение анкет с последующим звонком представителя вуза как форму профориентации отметили 19,1 % респондентов. Об организации экскурсий в вуз сообщили 17 % первокурсников. А вот онлайн-встречи с представителями вузов проводились в школах и колледжах лишь у 6,6 % первокурсников.

Можно долго спорить и рассуждать о том, какие из форм проведения профориентации являются наиболее эффективными и какие нужно использовать чаще остальных, но важно знать мнение самих первокурсников по этому поводу (рис. 3 б).

Лидирующие формы проведения профориентации являются вполне предсказуемы. Ими оказались с большим отрывом от других форм традиционные посещения занятий с рассказом об академии, а также экскурсии. Отсюда можно сделать вывод, что у абитуриентов в приоритете получение информации именно у представителей вузов и причём лично. Онлайн-встречи оказались самым непопулярным вариантом. Не исключено, что онлайн-встречи абитуриенты не считают пока для себя полезными, именно потому, что вузы их пока слишком редко проводят или не научились делать их увлекательными. Не увидели для себя пользы в профориентационных мероприятиях 18,2 %.

Сопоставив ответы первокурсников на вопросы о форме проведения профориентации и их полезности, было установлено, что из 56,2 % первокурсников, слушавших информацию о вузах на занятиях, 32,1 % считают ее наиболее полезной. Из 16,9 % отметивших организацию экскурсий в вузы из своих учебных заведений такая форма профориентации оказалась полезной для 12,8 % первокурсников, т.е. для трех четвертей абитуриентов.

В данном исследовании большой интерес представляла оценка эффективности такой современной, удобной, многофункциональной и экономичной формы проведения профориентации, как онлайн-встречи. В связи с тем, что в прошлом году такая форма применялась нешироко, то ее характеристика получилась не очень представительной. Ответы на вопрос «Как бы Вы охарактеризовали профориентационные мероприятия, в которых Вы участвовали ОНЛАЙН?», агрегированные в оценки 10-балльной шкалы, приведены на рис. 4 а.

Рис. 4 а. Оценки характеристик онлайн-профориентации

Рис. 4 б. Рейтинг ответов на вопрос «Как повлияли профориентационные мероприятия на решение о поступлении в академию?»

Анализ результатов показывает, что оценки по всем характеристикам невысокие, в целом на среднем уровне. Наиболее высокая оценка выставлена первокурсниками по объективности представления информации. Самая низкая оценка по полноте представления информации о вузе, т.е. в результате онлайн-встречи абитуриенты получили недостаточно информации. Сопоставив оценки всех участников онлайн-профориентации с оценками тех, кто считает её полезной для себя, выяснилось, что среди последних оценки немного ниже по всем параметрам, кроме более высоко оцененной ими объективности представленной на онлайн-встрече информации.

Для оценки эффективности профориентационной работы важно понимать степень и направление влияния, которое такая работа оказывает на абитуриентов. На рис. 4 б приведена оценка первокурсниками степени влияния профониентации.

Результаты исследования показывают, что 37,5 % первокурсников отрицают влияние на них профориентации. В целом эффективность профориентации академии составляет около 61 %. Это доля выборки, которую образуют все те первокурсники, на которых профориентационные мероприятия хоть немного, но повлияли. Среди всех первокурсников, на решение которых сильно повлияли другие люди, всего 14,4 %, причем из них половина (7,8 %) отмечает, что влияние профориентационных мероприятий имело место. С высокой вероятностью можно утверждать, что среди этих сильно повлиявших людей есть и работники академии, разговаривавшие с нынешними первокурсниками в ходе профориентации. Таким образом, можно отметить, что на 9 % первокурсников сотрудники академии своей профориентацией повлияли очень сильно, на 25 % – повлияли частично и на 3 % – повлияли слегка. 10 % первокурсников сказали, что они безо всяких рекомендаций принимали решения и профориентация абсолютно не повлияла на них.

В маркетинговых коммуникациях существуют обусловленные психологией и доказанные в прошлом веке факты, что реклама начинает работать с третьего раза, т. е. если человек менее трёх раз услышал рекламу товара, то вероятность его реакции на эту рекламу низкая [2, с. 256, 329]. На сегодняшний день это утверждение оспаривается. Однако, частота повторения в любой информационной работе является одним из важнейших показателей. В связи с этим в ходе исследования была измерена частота контакта абитуриентов с информацией об академии (рис. 5 а).

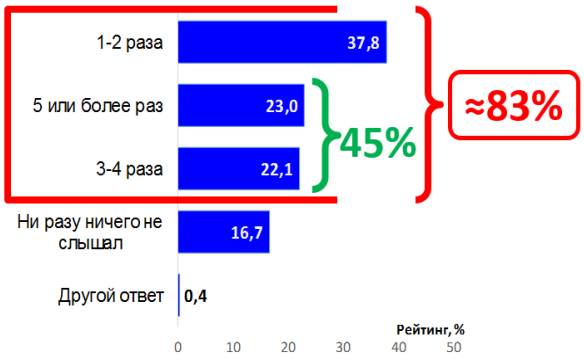


Рис. 5 а. Рейтинг ответов на вопрос «Как часто в учебном году перед поступлением Вы слышали информацию об академии?»

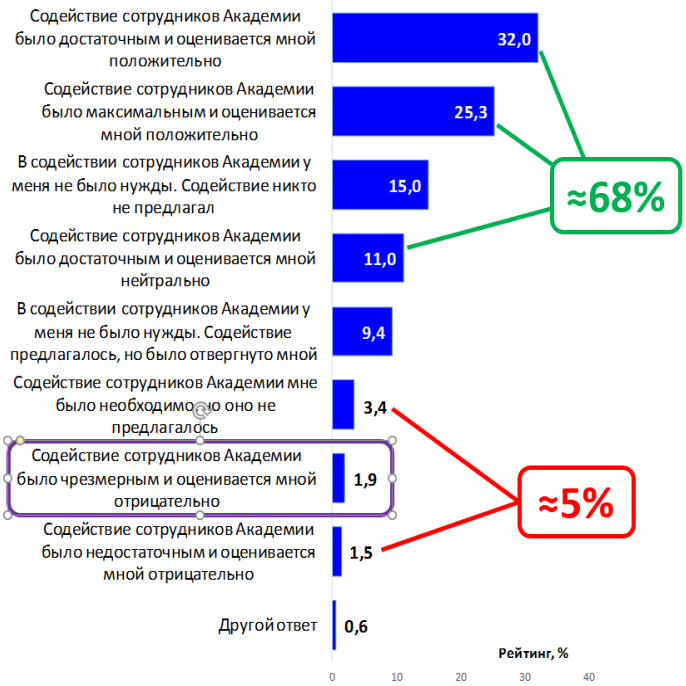


Рис. 5 б. Характеристика содействия поступлению со стороны работников академии

Результаты исследования показывают, что 83 % абитуриентов, поступивших в 2021 году в академию, слышали о нас минимум один раз. Около 17 % респондентов впервые услышали об академии, когда пришлось искать вуз, в который можно поступить с полученными на ЦТ баллами. Учитывая положительное влияние повторений на запоминание профориентационной информации и на отношение к рекламируемому учреждению образования, результаты работы академии представляются весьма эффективными: для 45 % первокурсников норма повторений (3 и более раз) для достижения маркетинговой эффективности коммуникаций была выполнена.

В профориентационной работе академии занят практически каждый ее сотрудник, причем не только профессорско-преподавательский состав. В последнее время появились предположения, что интенсивность и глубина взаимодействия сотрудников академии с потенциальными абитуриентами в процессе профориентации и агитации превышают оптимальный уровень, что приводит к восприятию такого взаимодействия целевой аудиторией как навязчивого и с чрезмерной опекой. Для получения прямой семантической оценки эффективности профориентационной работы первокурсников попросили охарактеризовать содействие их поступлению (консультации, встреча, сопровождение и пр.) со стороны сотрудников академии (рис. 5 б).

В стремлении участников профориентационной работы помочь абитуриенту поступить в академию важно «не перегнуть палку». Чрезмерная забота об абитуриенте может приводить к обратному эффекту. Поэтому в исследовании первокурсникам был задан вопрос, позволяющий охарактеризовать и объективно оценить профориентационную работу академии в форме «вести за руку». Результаты опроса показали, что для 68 % первокурсников профориентационная работа академии была достаточной и приемлемой. Лишь 1,9 % респондентов отрицательно воспринимают содействие сотрудников академии в рамках профориентационной работы и агитации, для 9,4 % первокурсников было излишне или избыточно. А для 5 % первокурсников содействия со стороны сотрудников академии было недостаточно. Как показало исследование, это были в основном те, кто в последний момент решил поступать в академию.

Для понимания того, какие аргументы наиболее весомы для абитуриентов при выборе учебного заведения, первокурсникам был задан вопрос «Какие преимущества академии для Вас решающие при выборе вуза для поступления?». Результаты ответа на этот вопрос представлены на рис. 6.

Рис. 6. Рейтинг преимуществ академии для абитуриентов

Анализ ответов первокурсников позволяет представить, что именно их привлекало в академии. Оказалось, что наиболее важным преимуществом является обеспечение общежитием всех желающих (57,7 %). На втором месте в рейтинге преимуществ академии находится возможность получить водительские удостоверения. На третье место можно поставить три следующих преимущества, у которых разница в популярности составляет около 1 %: возможность сдавать внутренний экзамен вместо централизованного тестирования, компактный и комфортный студенческий городок, а также возможность параллельного получения второго высшего образования. Именно эти преимущества и именно в такой последовательности необходимо преподносить потенциальным абитуриентам в ходе продвижения академии и осуществления профориентационной работы.

В целом, первокурсники считают профориентационную работу академии отличной (95,5 % респондентов), а среди тех 4,5 %, которые написали свои рекомендации по изменению формы и совершенствованию профориентационной работы, были посоветовавшие исключить необоснованные приукрашивания и преувеличения со стороны сотрудников академии.

Заключение

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать следующие выводы. 1. Профориентация академии можно оценить как эффективную. Она повлияла на решение более 60 % опрошенных, причем 40 % первокурсников отмечают ощутимый вклад профориентационных мероприятий в принятие решения о поступлении. 2. Профориентация академии нужна выпускникам. Более 81 % первокурсников считают профориентационные мероприятия полезными для себя и более 57 % положительно оценивают содействие сотрудников поступлению. 3. Академия правильно проводит профориентацию. 83 % абитуриентов знают о возможности получения образования в академии. Мнение первокурсников о наиболее эффективных формах профориентационной работы практически совпадает с существующей в академии структурой коммуникационной работы с потенциальными абитуриентами. В рейтинге влияния и доверия сотрудники академии, осуществляющие профориентационную работу, находятся на втором месте после родителей. 4. Можно расширять использование онлайн-форм профориентации, так как для этого многофункционального и экономичного варианта условия применения с каждым годом становятся всё более благоприятными. Вместе с тем наибольший отклик дают личные формы профориентационной работы, включая посещение академии абитуриентами с экскурсиями по факультетам и объектам ее инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tarnow, E. First direct evidence of two stages in free recall / Eugen Tarnow // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика, no. 4, 2015, pp. 15–26.

2. Мозер, К. Психология маркетинга и рекламы / Клаус Мозер; пер. с нем. – Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2004. – 380 с.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

УЧЕНЫЙ, ЭКОНОМИСТ, УПРАВЛЕНЕЦ
(*к юбилею Фрейдина Макса Залмоновича*)

А. С. ЧЕЧЕТКИН, Н. А. ГЛУШАКОВА, В. В. ВАСИЛЬЕВ, С. В. ШУТОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 15.04.2022)

Выдающемуся ученому, заслуженному экономисту БССР, профессору Максу Залмоновичу Фрейдину в апреле 2022 года исполнилось 90 лет. За это время ученый прошел большой, достойный глубокого уважения и восхищения жизненный путь.

Макс Залмонович Фрейдин родился 24 апреля 1932 года в Горках в семье Залмана Лейзеровича Фрейдина (1893–1970 гг.) и Гинеси Мордуховны Рыскиной (1904–1981 гг.). В 1951 году М. Фрейдин окончил школу с серебряной медалью, и встал вопрос о выборе жизненного пути. Он вспоминает: «Честно говоря, я не мечтал с детства стать экономистом. Естественно, что после окончания школы думал: «Кем быть?» Родители хотели, чтобы я стал военным врачом, а мне хотелось быть адвокатом или журналистом».

Макс решил поступать в военно-медицинскую академию им. Кирова, но оказалось, что для поступления нужно было иметь направление военкомата, которого у него его не было. В конце концов, после разных вариантов и в силу целого ряда обстоятельств, он поступает в Белорусский государственный университет на биологический факультет, отделение почвоведения.

Проучившись два месяца, молодой человек приехал домой на октябрьские праздники. В Горках встретил школьных друзей, которые стали уговаривать перевестись на экономический факультет академии. На принятие решения оказал влияние, прежде всего, его школьный друг Леонид Дыленок

(который впоследствии стал кандидатом экономических наук, доцентом, работал заведующим кафедрой политической экономии). Он перевёлся на учёбу в Горки, стал студентом экономического факультета.

Позже Макс Залмонович скажет: «Я нисколько не жалею об этом и считаю, что решение было правильным. Я, городской житель, полюбил экономику села, и она стала делом моей жизни. Учиться мне было интересно. Наш выпуск был первым в послевоенной истории факультета. Мы получили квалификацию «ученый агроном-экономист».

Незаурядный талант Макса Залмоновича проявился уже в студенческие годы. Он не только отлично учился, но и активно занимался общественной работой, избирался заместителем секретаря комитета комсомола академии.

В 1956 году, с отличием окончив академию, по распределению был направлен на работу в Горецкий райисполком. Молодой специалист с красным дипломом был назначен председателем районной плановой комиссии, избран членом Горецкого районного исполнительного комитета и депутатом районного Совета.

М. З. Фрейдин вспоминает: «Моя работа была связана с постоянным анализом производственно-экономической деятельности сельскохозяйственных организаций (колхозов и совхозов, промышленных и торговых предприятий, т. е. всей производственной и социальной сферы района). В этой работе я видел и творческую сторону. Мои аналитические статьи в те годы публиковались в районной и областной печати. Интересовали меня и проблемы внутрирайонной специализации сельскохозяйственного производства. Они представляли для меня не только практический, но и научный интерес. Именно в то время я стал подумывать об аспирантуре. Эту идею поддерживала и моя жена Майя Семеновна, которая после окончания Московского государственного университета им. М. Ломоносова была направлена на преподавательскую работу в академию на кафедру истории КПСС. Позже она окончила аспирантуру при БГУ, защитила диссертацию на соискание учёной степени кандидата исторических наук».

В 1960 году М. Фрейдин попросил отпустить его с работы в райисполкоме для поступления в очную аспирантуру на кафедру организации сельскохозяйственного производства Белорусской сельскохозяйственной академии. Решение принимали на бюро райкома партии и, хотя не хотели отпускать перспективного работника, отпустили с условием, что он будет своими научными исследованиями помогать внутрирайонной специализации сельскохозяйственного производства Горецкого района.

В мае 1962 года секретарь Горецкого райкома КПБ Г. С. Гусев предложил М. З. Фрейдину возглавить планово-финансовый отдел только что созданного Горецкого территориального производственного колхозно-совхозного управления, объединяющего Горецкий и Шкловский районы (в дальнейшем Шкловский район отделился), а учебу в аспирантуре продолжить заочно.

В те годы сельское хозяйство района (12 совхозов и 18 колхозов) по многим показателям было одним из лучших в Могилевской области. В этом заслуга всех работников АПК района, в том числе и планово-финансового отдела Горецкого территориального производственного колхозно-совхозного управления, во главе с М. З. Фрейдиным. Его достижения были оценены государством. В 1966 году Макс Залмонович был награждён орденом «Знак Почёта». Он разделил эти заслуги с тогдашними коллегами А. П. Глушаковым, Н. Г. Евменовым, Г. И. Сидоренко, Л. А. Кравцовым, М. П. Лавейкиной, М. Г. Поповым и др. Какое-то время в отделе работала Л. А. Минич, впоследствии она стала кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом, ныне известная белорусская поэтесса.

Работая на производстве, Макс Залмонович, аспирант-заочник, не забывал и про науку. Под руководством профессора И. Ш. Горфинкеля он активно продолжал научные исследования по теме «Внутрирайонная специализация сельскохозяйственных предприятий (на примере колхозов и совхозов Горецкого района)».

В 1966 году М. З. Фрейдин перешел на работу в БСХА и был избран на должность старшего преподавателя кафедры организации и планирования производства в колхозах и совхозах, а через три года был утвержден в ученом звании доцента. Как специалист, имеющий большой опыт работы на производстве, вёл занятия на курсах повышения квалификации и резерва руководящих кадров.

В конце 60-х годов прошлого столетия в высших сельскохозяйственных учебных заведениях СССР на курсах подготовки руководящих кадров был введен новый учебный курс «Управление сельскохозяйственным производством», и Максу Залмоновичу было поручено его разработать. Со временем данная дисциплина стала преподаваться для студентов всех специальностей академии.

В сентябре 1971 года принимается решение о создании в Белорусской сельскохозяйственной академии кафедры управления. М. З. Фрейдину было предложено возглавить это новое учебное подразделение. Интересно, что эта кафедра была одной из первых в системе аграрного образования СССР. Поэтому всё приходилось делать заново – и учить студентов, и учиться самим. Готовились методические разработки и новые учебные пособия.

В то время под руководством М. З. Фрейдина была открыта аспирантура, и несколько преподавателей кафедры защитили кандидатские диссертации, а Д. П. Доманчук и Н. М. Горбов начали на кафедре интересные научные исследования и в последствие защитили диссертации на соискание учёной степени доктора экономических наук. В сельскохозяйственных предприятиях: учхозе БСХА, колхозе им. Свердлова, племсовхозе «Ленино» Горецкого района, совхозе «Городище» Шкловского района были созданы филиалы кафедры. В учебно-опытном хозяйстве БСХА – диспетчерская служба.

По инициативе и под личным руководством Макса Залмоновича при кафедре управления впервые в сельскохозяйственном вузе СССР была создана школа молодого руководителя, в которую зачислялись по рекомендации деканатов и общественных организаций хорошо успевающие студенты старших курсов различных факультетов академии. После успешного завершения обучения слушателям школы выдавали специальное свидетельство. Список окончивших школу передавался в областные агропромышленные комитеты в качестве резерва для выдвижения в будущем на руководящие должности. Опыт работы школы молодого руководителя изучали многие вузы страны.

На протяжении многих лет кафедра управления, которую возглавлял М. З. Фрейдин (17 лет), считалась лучшей не только на экономическом факультете, но и в академии. В это время он одним из первых в Беларуси, разработал курс «Управление сельскохозяйственным производством». Макс Залмонович читал лекции не только в академии, но и на курсах по подготовке руководящих кадров и повышению квалификации главных специалистов АПК республики в Гродненском сельскохозяйственном и Витебском ветеринарном институтах.

В 1988 году в Белорусской сельскохозяйственной академии было принято решение о создании на факультете повышения квалификации новой кафедры – «Экономических отношений и управления в АПК». В 1993 году она была преобразована в кафедру агробизнеса. Заведующим новой кафедрой был избран Макс Залмонович Фрейдин.

Хороший подбор кадров и современная материальная база сделали кафедру базовой, ведущей в академии. Ее сотрудники выполняли научные исследования по разработке почти всех программ, связанных с реорганизацией и совершенствованием агропромышленного комплекса Республики Беларусь, преобразованием сельскохозяйственных организаций в структуры рыночного типа. М. З. Фрейдин, разрабатывает новый учебный курс «Управление сельскохозяйственным производством с основами менеджмента». Успешный труд учёного был достойно оценен правительством Республики Беларусь и обществом. В 1990 г. ему было присвоено почётное звание «Заслуженный экономист БССР». В 1997 году – ученое звание профессор.

Под руководством Макса Залмоновича на кафедре в тот период сложился сильный творческий коллектив талантливых ученых – Э. А. Петрович, А. М. Каган, Л. И. Дулевич, Н. И. Жук. Они стояли у истоков разработки теории и практики адаптации сельскохозяйственных предприятий к рыночным условиям, становления и развития агробизнеса путем разработки различных моделей организационно-правовых форм хозяйствования. В этом созвездии талантов Макс Залмонович, совершенно закономерно, считался одной из самых ярких звезд. Результаты плодотворной работы коллектива были использованы в ряде хозяйств республики. Так, в 1995 году колхоз им. Свердлова Горецкого района по их разработкам и рекомендациям был преобразован в закрытое акционерное общество. Опыт этого хозяйства повторили 100 колхозов республики. Предлагаемое реформирование колхозов предусматривало сохранение и приумножение созданного производственного потенциала, обеспечение материальной заинтересованности работников в конечных результатах труда и дальнейшего улучшения экономических показателей.

Кафедрой агробизнеса под руководством М. З. Фрейдина было издано около 30 учебников и учебно-методических пособий, 18 монографий. Ряд ученых имеют свои научные направления. Кафедра активно сотрудничает с Институтом системных исследований в АПК НАН Беларуси, кафедрой экономики окружающей среды и агробизнеса Западнопоморского технологического университета. Сотрудники кафедры – участники многих международных научных конференций и симпозиумов, которые проводятся в Республике Беларусь, странах СНГ и Европы.

Для разных поколений выпускников академии Макс Залмонович является учителем не только в прямом смысле слова, но и как автор фундаментальных трудов, а также как пример бескорыстного служения науке. Так, одна из его учениц, чьё имя также хорошо известно в республике и за рубежом, Н. Н. Котковец на праздновании 85-летия юбиляра вспоминала, что она училась у Макса Залмоновича будучи студенткой академии, и продолжает учиться сейчас. Подчеркивая заслуги своего учители, Надежда Николаевна справедливо отметила, что «именно благодаря М. З. Фрейдину нынешнее сельское хозяйство в Беларуси стало настоящим агробизнесом».

Важно отметить, что на кафедре агробизнеса под руководством М. З. Фрейдина была создана научная школа. За период 1996–2011 гг. в аспирантуре был подготовлен 21 кандидат и три доктора экономических наук. Под его непосредственным руководством защищено 5 кандидатских диссертаций. Среди его магистрантов и дипломников были студенты из Кубы, Панамы, Коста-Рики, Польши, Вьетнама, Конго, Китая, Туркменистана. Характеризуя созданную им научную школу, бывший ректор БГСХА, академик Национальной академии наук Беларуси А. Р. Цыганов писал, что «на кафедре агробизнеса под руководством М. З. Фрейдина создана научная школа, которая получила признание не только в республике, но и за рубежом».

Макс Залмонович известен в Республике Беларусь и как опытный педагог-методист. В 1994 году он получил Диплом I степени Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за победу в Республиканском конкурсе профессионального мастерства преподавателей высших и средних сельскохозяйственных учебных заведений. В 2011 году – Диплом II степени. Его плодотворная работа по укреплению научных и культурных связей между Республикой Беларусь и Польшей была отмечена медалью комиссии народного образования Польши.

В настоящее время М. З. Фрейдин продолжает свои исследования по теме «Совершенствование механизма хозяйствования в сельскохозяйственных организациях в современных условиях». Его научные выводы и разработки опубликованы в более чем 300 научных и учебно-методических работах, в том числе 13 учебников и учебных пособий, 2 монографии, 13 рекомендаций производству, имеются публикации на английском и польском языках.

С 1 сентября 2017 г. он работает профессором кафедры маркетинга и является членом Ученого совета БГСХА, научно-технического совета академии, Совета факультета бизнеса и права, Совета по проблемам переподготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов, членом редколлегии журнала «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии», осуществляет руководство дипломными работами магистрантов и аспирантов.

За годы самоотверженного труда Макс Залмонович Фрейдин был заслуженно отмечен различными правительственными наградами и высоким почетным званием. Он награждён: орденом «Знак Почета», медалями «За доблестный труд», Франциска Скорины, «За трудовые заслуги», Почетной грамотой Президиума Верховного Совета БССР, Почетной грамотой Верховного Совета Республики Беларусь, Почетной грамотой Совета Министров Республики Беларусь, Почетной грамотой Национального Собрания Республики Беларусь, знаком «Отличник народного образования БССР» и знаком Всесоюзного общества «Знание» «За активную работу». Его имя внесено в «Почётную книгу Славы Горецкого района». Но самой высокой наградой является авторитет и глубокое уважением М. З. Фрейдина в научно-педагогической среде белорусских экономистов – учёных и производственников, всего коллектива нашего вуза и факультета бизнеса и права.

Дорогой Макс Залмонович, мы гордимся тем, что работаем с Вами в одном коллективе! Примите наши искренние пожелания крепкого здоровья на долгие годы, творческих успехов и благополучия. Пусть Ваши инициативы по развитию аграрной экономической науки и международного сотрудничества находят понимание и поддержку во благо процветания аграрной экономики Беларуси!

Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» публикует результаты научных исследований сотрудников УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», других научных учреждений и организаций в области аграрной экономики, земледелия, селекции, растениеводства, мелиорации и землеустройства, механизации и сельскохозяйственного машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bgaa@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук; **сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации); **контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п., или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзацный отступ 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц только книжная; использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается; **таблицы** набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %; **формулы** составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом; **рисунки** вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм); **список литературы** должен быть о оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

инициалы и фамилия автора (авторов);

аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области);

анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; **а также учитывать опыт ученых БГСХА, что должно быть отражено при оформлении пристатейного списка литературы**; здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные

результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора). Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлегией.

Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи. Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки. Публикация статей в журнале бесплатная. Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями, – авторы.

Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных, либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Есполов Т. И., доктор экономических наук, профессор, академик Казахской ААН, ректор НАО «Казахский национальный аграрный университет».

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Макаи Ш., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западновенгерского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Бушуева В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики.

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, лауреат Государственной премии Республики Беларусь.

Демичев Д. М., доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихацевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения.

Петровец В. Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдин М. З., кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры техносферной деятельности и общей физики учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технический Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.
Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:
213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bgaa@yandex.ru

© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022

Подписано в печать 07.06.2022 Формат 60/84 1/8
Усл. печ. л. 28,37 Уч.-изд. л. 23,64 Заказ Тираж 135 экз.
Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-оформительских работ центра научно-методического обеспечения учебного процесса УО БГСХА
213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5