

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2020 № 4

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

О. В. Лёвкина. Экономическое обоснование создания предприятий по переработке сои	5
В. С. Гриб. Экономическая сущность аграрных комбинатов Республики Беларусь	10
Ю. В. Алёхина, Д. А. Дрозд. Экономико-энергетическая эффективность возделывания клевера лугового в системе сырьевого конвейера при различных условиях обеспеченности почвенной влагой	14
С. В. Калацкая. Страхование как инструмент управления рисками в сельском хозяйстве	21
Л. А. Таптунов, В. И. Буць. Методика оптимизации логистических затрат в сельскохозяйственной организации на основе объектно-ориентированного подхода	25
Б. М. Шундалов. Системная интенсификация производства и себестоимость продукции картофелеводства	29
Е. В. Карачевская. Оценка потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства Республики Беларусь	35
М. З. Фрейдин, С. В. Шутова. Коммерциализация инноваций в отрасли растениеводства Республики Беларусь: состояние и перспективы развития	40

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Н. И. Пылыпив, А. Г. Дзюбайло. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на урожайность сеяного травостоя	46
А. И. Поляков, О. Ю. Алиева. Продуктивность сафлора под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста	51
И. М. Нестерова. Экономическая и энергетическая оценка возделывания проса на зерно в зависимости от сроков сева в условиях северо-восточной части Беларуси	56
Т. Ф. Персикова, Ю. В. Коготько. Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации и урожайность зерна проса	60
И. М. Нестерова. Влияние сроков сева на урожайность зерна проса в условиях северо-восточной части Беларуси	65

В. В. Скорина, Р. М. Пугачев, Т. Н. Камедько. Эффективность применения регулятора роста растений Корнестим, П при размножении ягодных культур.....	69
В. Б. Воробьев. Содержание подвижных гумусовых веществ в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в зависимости от ее гумусированности и доз азотного удобрения	73
Л. И. Ковалевская, В. И. Бушуева, М. В. Любезная. Селекционная оценка исходного материала для создания раннеспелых сортов клевера лугового.....	77
В. Б. Воробьев. Влияние уровней азотного питания озимой пшеницы на удельный вынос и коэффициент использования азота из минерального удобрения.....	82
Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. М. Коваль. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси.....	87
А. И. Поляков, О. В. Никитенко, С. В. Литошко. Влияние агроприемов выращивания на фотосинтетическую деятельность и урожайность подсолнечника	93
Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина. Качественный состав зерна перспективных сортов образцов белого люпина	99
О. П. Волощук, И. С. Волощук, В. В. Глыва, А. Я. Марухняк. Фенотипическая изменчивость элементов продуктивности сортов озимой пшеницы в зависимости от технологий выращивания в Западной Лесостепи Украины	103
И. Г. Пугачёва, М. М. Добродькин, Н. Ю. Лещина, И. Е. Басва, Н. А. Некрашевич, О. Г. Бабак, А. В. Кильчевский. Оценка линий томата для открытого грунта, созданных с использованием методов классической и маркер-сопутствующей селекции	110
Е. В. Костицкая. Влияние сроков скашивания во второй год жизни растений сальфии пронзеннолистной на структурные параметры и семенную продуктивность	117

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич. Обзор рабочих органов пропашных культиваторов и разработка новых в концепции экологического земледелия	121
В. А. Шапоров, Р. С. Даргель. Экономическая эффективность применения биогаза в качестве альтернативного топлива.....	127
Ю. Д. Карпиевич. Бортовой мониторинг технического состояния сцепления тракторов «Беларус»	131

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

С. В. Набздорв. Влияние пищевого режима, влаго- и теплообеспеченности вегетационных периодов на водопотребление сахарной свеклы	135
Т. Н. Мыслыва, О. Н. Левшук. Кластеризация данных о содержании кислоторастворимых форм тяжелых металлов в пределах территории города Горки.....	143
А. В. Петроченко, В. И. Петроченко. Исследование процесса бестраншейной укладки гибких дренажных и противодиффузионных элементов сооружений защиты от вредного воздействия поверхностных и грунтовых вод	148
Т. Н. Мыслыва, О. А. Куцаева. Внедрение точного земледелия в Республике Беларусь в контексте национальных земельных отношений: проблемы и перспективы.....	154

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

А. В. Шарапов, А. Н. Гаврилюк, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко. Новые виды гуминовых удобрений в адаптивном земледелии	164
--	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Г. И. Витко, Н. А. Дуктова. Кафедре селекции и генетики 100 лет.....	167
---	-----

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2020 № 4

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

O. V. Levkina. Economic substantiation of creation of soy processing enterprises	5
V. S. Grib. Economic essence of agricultural complexes in the Republic of Belarus.....	10
Iu. V. Alekhina, D.A. Drozd. Economic-energetic efficiency of meadow clover cultivation in the system of crop rotation for raw material under different conditions of soil moisture	14
S. V. Kalatskaia. Insurance as an instrument of risk management in agriculture.....	21
L. A. Taptunov, B.I. Buts. Methods of optimization of logistics expenses in agricultural organizations on the basis of object-oriented approach	25
B. M. Shundalov. Systemic intensification of production and cost price of potato growing products	29
E. V. Karachevskaja. Estimation of the potential of organizational-economic development of medicinal plant growing in the Republic of Belarus	35
M. Z. Freidin, S. V. Shutova. Commercialization of innovations in plant growing industry of the Republic of Belarus: state and development prospects	40

FARMING AND PLANT-GROWING

N. I. Pylypiv, A. G. Dziubailo. The influence of mineral fertilizers and growth regulators on the productivity of sown grasses	46
A. I. Poliakov, O. Iu. Alieva. Productivity of safflower under the influence of mineral fertilizers and growth regulators	51
I. M. Nesterova. Economic and energetic estimation of cultivating millet for grain depending on sowing time in the conditions of the north-eastern part of Belarus	56
T. F. Persikova, Iu. V. Kogotko. The influence of macro- and micro-fertilizers, bacterial preparations and growth regulators on the dynamics of accumulation of the main elements of feeding in the period of vegetation and millet grain yield.....	60
I. M. Nesterova. The influence of sowing time on millet grain yield in the conditions of the north-eastern part of Belarus	65
V. V. Skorina, R. M. Pugachev, T. N. Kamedko. Efficiency of application of plant growth regulator KorneStim, P for berry crop reproduction	69

V. B. Vorobev. The content of mobile humus substances in sward-podzolic light loamy soil depending on its humus content and doses of mineral fertilizer	73
L. I. Kovalevskaia, V. I. Bushueva, M. V. Liubeznaia. Selection estimation of initial material for the creation of early-maturing varieties of meadow clover	77
V. B. Vorobev. The influence of levels of nitrogen feeding of winter wheat on specific output and coefficient of the use of nitrogen from mineral fertilizer	82
N. P. Lukashevich, I. V. Kovaleva, N. N. Zenkova, T. M. Shloma, I. M. Koval. Features of leguminous crop seed yield formation in soil-climatic conditions of the northern region of Belarus	87
A. I. Poliakov, O. V. Nikitenko, S. V. Litoshko. The influence of cultivation methods on photosynthetic activity and yield of sunflower.....	93
E. V. Ravkov, Iu. S. Malyshkina. Qualitative composition of grain of promising variety samples of white lupine	99
O. P. Voloschuk, I. S. Voloschuk, V. V. Hlyva, A. Ya. Marukhnyak Phenotypic variability of productivity elements of winter wheat varieties depending on growing technologies in the western forest-steppe of Ukraine.....	103
I. G. Pugacheva, M. M. Dobrodin, N. Iu. Leshchina, I. E. Baeva, N. A. Nekrashevich, O. G. Babak, A. V. Kilchevskii. Estimation of open ground tomato lines, created by methods of classical and marker-assisted selection.....	110
E. V. Kostitskaya. Influence of the timing of mowing in the second year of the life of sylphia pierced-leaved on the structural parameters and seed productivity	117

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

A. I. Filippov, E. V. Zaiats, S. V. Stukanov, V. P. Chebotarev, K. L. Puzevich. Review of working organs of row crop cultivators and development of new ones in the concept of organic farming	121
V. A. Shaporev, R. S. Dargel. Economic efficiency of application of biogas as an alternative fuel....	127
Iu. D. Karpievich. On-board monitoring of technical condition of ‘Belarus’ tractors clutch.....	131

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

S. V. Nabzdorov. The influence of nutrition levels, moisture and heat supply during vegetation periods on water consumption of sugar beet	135
T. N. Myslyva, O. N. Levshuk. Clusterization of data on the content of acid-soluble forms of heavy metals within the territory of Horki city	143
A. V. Petrochenko, V. I. Petrochenko. The study of the process of trench-free installation of flexible drainage and anti-filtration elements of structures protecting from harmful influence of surface and ground waters	148
T. N. Myslyva, O. A. Kutsaeva. Introduction of precise farming in the Republic of Belarus in the context of national land relations: problems and prospects.....	154

PROFESSIONAL OUTLOOK

A. V. Sharapov, A. N. Gavriiliuk, V. N. Bosak, T. V. Sachivko. New types of humic fertilizers in adaptive farming.....	164
---	-----

JUBILEE DATES

G. I. Vitko, N. A. Duktova. The department of breeding and genetics is 100 years old.....	167
--	-----

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 330.3:633.34

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СОИ

О. В. ЛЁВКИНА

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

(Поступила в редакцию 02.09.2020)

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция увеличения объемов производства сои в мире, что обусловлено высоким спросом на соепродукты в странах с интенсивным животноводством. В Республике Беларусь отрасль соеводства не получила должного развития. Потребность отечественного животноводства в соевом белке частично удовлетворяется за счет импортных поставок соевого шрота, на что затрачиваются значительные валютные средства. Проведенные исследования показали, что наиболее эффективным вариантом укрепления кормовой базы животноводства является организация собственного импортозамещающего производства соевого зерна и наращивание производственных мощностей по его переработке. В статье предложен алгоритм экономического обоснования строительства объектов по переработке сои, который включает в себя последовательное выполнение четырех этапов: 1) выбор местоположения строительства объекта с учетом возможности организации оптимальной сырьевой зоны, возможности формирования эффективной логистической системы, состояния конкурентной среды; 2) обоснование источников получения сырья с учетом планируемых производственных мощностей объекта, включающее определение возможных поставок соевого зерна отечественного производства, рассчитанного на основе экономико-математического моделирования, и установление необходимых объемов импортных поставок сырья; 3) расчет инвестиционных затрат на строительство объекта; 4) определение эффективности проекта и его чувствительности к факторам риска с учетом различных условий предоставления кредитных ресурсов и обеспеченности сырьем. В контексте предложенного алгоритма представлено экономическое обоснование строительства завода по переработке сои в Гомельском районе Гомельской области. Проведенные расчеты позволили сделать вывод, что проект является высокоэффективным, но весьма чувствительным к факторам риска (снижению объемов реализации, увеличению издержек на реализуемую продукцию, в частности – затрат на сырье) в первые 5 лет его реализации.

Ключевые слова: соя, производство, переработка, эффективность.

Currently, there is a steady trend towards an increase in the volume of soybean production in the world, which is due to the high demand for soy products in countries with intensive livestock farming. In the Republic of Belarus, soybean growing industry has not received proper development. The demand of domestic livestock breeding for soy protein is partially met by import supplies of soybean meal, which requires significant foreign exchange. The studies have shown that the most effective option for strengthening the feed base of animal husbandry is to organize its own import-substituting production of soybeans and increase production capacities for its processing. The article proposes an algorithm for the economic justification of construction of soybean processing facilities, which includes the sequential implementation of four stages: 1) the choice of location of facility construction, taking into account the possibility of organizing an optimal raw material zone, the possibility of forming an effective logistics system, the state of competitive environment; 2) substantiation of sources for obtaining raw materials, taking into account the planned production capacity of the facility, including the determination of possible supplies of soybean grain of domestic production, calculated on the basis of economic and mathematical modeling, and the establishment of required volumes of import supplies of raw materials; 3) calculation of investment costs for the construction of the facility; 4) determining the effectiveness of the project and its sensitivity to risk factors, taking into account various conditions for the provision of credit resources and the provision of raw materials. In the context of the proposed algorithm, an economic justification for the construction of a soybean processing plant in the Gomel district of Gomel region is presented. The calculations made it possible to conclude that the project is highly effective, but very sensitive to risk factors (a decrease in sales volumes, an increase in costs for products sold, in particular, costs for raw materials) in the first 5 years of its implementation.

Key words: soybeans, production, processing, efficiency.

Введение

В современных условиях хозяйствования Беларусь, как страна с развитым животноводством, ежегодно сталкивается с проблемой дефицита растительного белка в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Мировой опыт свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом ее решения является использование в рационах животных и птицы продуктов переработки соевого зерна. Включение в рацион соевых кормовых продуктов позволяет значительно повысить продуктивность животных и сократить затраты кормов на производство единицы продукции животноводства. Этим и обусловлен повышенный интерес к сое во многих странах, постоянное расширение ее посе-

вов, широкое использование кормов из сои на крупных животноводческих комплексах и птицефабриках [1, с. 28].

Проведенные исследования показывают, что Беларусь ежегодно импортирует значительные объемы соевого шрота для нужд животноводства, что приводит к удорожанию животноводческой продукции и снижению ее конкурентоспособности на внешних рынках. На наш взгляд, в сложившихся условиях организация собственного производства соепродуктов является одним из наиболее эффективных вариантов укрепления кормовой базы животноводства.

Основная часть

Для реализации стратегии импортозамещения продуктов переработки сои, наряду с увеличением посевных площадей для возделывания культуры, необходимым условием является наращивание производственных мощностей по переработке соевого зерна. Для подтверждения целесообразности строительства новых объектов по переработке сои нами предложен алгоритм экономического обоснования создания таких предприятий (рис. 1). В контексте представленного алгоритма рассмотрим целесообразность строительства завода по переработке сои в Гомельском районе Гомельской области. Выбор данного региона обусловлен возможностью формирования оптимальной сырьевой зоны. Гомельская область входит в Новую агроклиматическую область Республики Беларусь, появление которой обусловлено потеплением климата [2, с. 8]. Природно-климатические условия Гомельской области характеризуются наибольшей суммой активных температур, что для сои, как теплолюбивой культуры, является определяющим условием достижения высокой урожайности. Вышеуказанная область подходит для возделывания культуры и по показателю ресурсов увлажнения в мае–июле.



Рис. Алгоритм экономического обоснования создания предприятий по переработке сои

Планируется, что в сырьевую зону завода будут входить сельскохозяйственные организации Гомельского, Ветковского, Лоевского, Добрушского и Речицкого районов.

Выбор Гомельской области для строительства завода оправдан также и с логистической точки зрения, что обусловлено близостью к импортным рынкам сырья, а также к рынкам сбыта готовой продукции. Предполагается, что соевое масло будет экспортироваться в Российскую Федерацию, а отходы от его извлечения – реализованы на внутреннем рынке.

Для определения возможных объемов поставок соевого зерна из сырьевой зоны построена экономико-математическая модель оптимизации специализации и сочетания отраслей сельскохозяйственных организаций, находящихся в данном регионе. При этом в модель были включены переменные, обозначающие площади посева сои при условии применения нескольких технологий ее возделывания с различной прогнозной урожайностью. В качестве критерия оптимальности был выбран максимум прибыли от реализации продукции.

В результате решения экономико-математической задачи получено оптимальное решение, согласно которому для посева сои в предполагаемой сырьевой зоне перерабатывающего предприятия следует выделить 3224,1 га (табл. 1).

Таблица 1. Прогнозные значения объемов поставок соевого зерна из сырьевой зоны

Показатели	Районы					Итого
	Гомельский	Лоевский	Ветковский	Добрушский	Речицкий	
Посевная площадь, га	424,1	633,8	459,9	409,7	1296,6	3224,1
Прогнозная урожайность, ц/га	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	–
Прогнозный валовой сбор, т	848,2	1267,6	919,8	819,4	2593,2	6448,2

Предполагаемые поставки соевого зерна из сырьевой зоны составят 6448,2 т, планируемая производственная мощность завода – 96 т сырья в сутки. Для полной загрузки оборудования потребуется 23808 т соевого зерна в год. Следовательно, объем импортируемого сырья должен составить 17359,8 т.

На следующем этапе был определен объем инвестиций, необходимых для строительства завода по переработке сои. Для его эффективного функционирования предусмотрено строительство вспомогательного помещения с автовесами, склада для хранения сырья, цеха по переработке сои, склада готовой продукции. Сумма инвестиций в основной капитал с НДС составляет 2014,117 тыс. руб., из них на строительство производственных помещений требуется 450,687 тыс. руб., на приобретение и монтаж оборудования – 905,001 тыс. руб., на благоустройство территории – 40,287 тыс. руб., на покупку техники – 219,64 тыс. руб. Затраты под прирост чистого оборотного капитала составляют 1770,720 тыс. руб. Финансирование инвестиционного проекта планируется осуществлять полностью за счет долгосрочного кредита сроком 5 лет с уплатой 11,84 % годовых и отсрочкой по уплате процентов и выплате основного долга на 6 месяцев.

В результате производственной деятельности перерабатывающего предприятия будут получены соевое масло и соевый жмых масличностью 6 %. Выход масла из 1 т сои составляет 0,188 т, жмыха – 0,812 т. Выручка от реализации произведенной продукции в базовом периоде составит 10089,32 тыс. руб., в последующих – 24292,73 тыс. руб. Сводный расчет затрат на производство и реализацию продукции представлен в табл. 2.

Таблица 2. Расчет затрат на производство и реализацию продукции, тыс. руб.

Элементы затрат	Базовый период 2020 г.	По периодам (годам) реализации проекта				
		2021	2022	2023	2024	2025
Материальные затраты, всего	5840,619	17401,491	17401,491	17401,491	17401,491	17401,491
В том числе:						
сырье и материалы	5640,008	16920,023	16920,023	16920,023	16920,023	16920,023
топливно-энергетические ресурсы	200,611	481,467	481,467	481,467	481,467	481,467
Расходы на оплату труда	60,709	145,702	145,702	145,702	145,702	145,702
Отчисления на социальные нужды	21,005	50,413	50,413	50,413	50,413	50,413
Амортизация основных средств	67,205	161,292	161,292	161,292	161,292	161,292
Затраты по организации производства и управлению	70,500	169,200	169,200	169,200	169,200	169,200
Прочие затраты, всего	194,080	555,415	555,415	555,415	555,415	406,041

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что проект является эффективным и может быть принят для реализации при установленной процентной ставке по кредиту (табл. 3).

Таблица 3. Расчет потока наличности и показателей эффективности проекта, тыс. руб.

Виды доходов и затрат, наименование показателей	Базовый период (2020)	По периодам (годам) реализации проекта				
		2021	2022	2023	2024	2025
ОТТОК НАЛИЧНОСТИ						
Капитальные затраты без НДС	3154,029	–	–	–	–	–
Плата за кредиты (займы), связанные с осуществлением капитальных затрат по проекту	149,375	448,124	448,124	448,124	448,124	298,750
Полный отток	3303,404	448,124	448,124	448,124	448,124	298,750
ПРИТОК НАЛИЧНОСТИ						
Чистый доход по проекту	1833,195	1603,927	1603,104	1602,375	1601,739	1723,684
Сальдо потока (чистый поток наличности – ЧПН)	-1470,209	1155,802	1154,980	1154,251	1153,615	1424,935
То же нарастающим итогом	-1470,209	-314,407	840,573	1994,824	3148,439	4573,373
Коэффициент дисконтирования (при ставке 11,84 %)	1,000	0,894	0,799	0,715	0,639	0,571
Дисконтированный отток	3303,404	400,684	358,265	320,337	286,424	170,735
Дисконтированный приток	1833,195	1434,126	1281,644	1145,441	1023,772	985,081
Дисконтированный ЧПН	-1470,209	1033,443	923,379	825,104	737,348	814,346
То же нарастающим итогом – чистый дисконтированный доход (ЧДД)	-1470,209	-436,767	486,613	1311,717	2049,064	2863,411
Показатели эффективности проекта						
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)		2863,411				
Простой срок окупаемости проекта		2 года 3 мес.				
Динамический срок окупаемости проекта		2 года 6 мес.				
Внутренняя норма доходности (ВНД)		74,57%				
Индекс рентабельности (ИР)		1,59				
Финансово-экономические показатели по организации при реализации проекта						
Рентабельность продукции	28,24	7,80	7,80	7,80	7,79	8,52
Рентабельность продаж	17,50	5,94	5,94	5,93	5,93	6,43
Уровень безубыточности, %	14,31	22,29	22,29	22,29	22,29	20,91
Коэффициент покрытия задолженности	4,56	1,33	1,33	1,33	1,33	2,15

Чистый дисконтированный доход за исследуемый период составит 2863,411 тыс. руб., динамический срок окупаемости проекта – 2,5 года, индекс рентабельности – 1,59. Коэффициент покрытия задолженности по кредитам чистым доходом от реализации продукции по годам осуществления проекта превышает допустимый норматив, равный 1,3. Уровень безубыточности по годам колеблется от 14,31 до 22,29 %. При этом известно, что значение данного показателя для обеспечения безубыточной деятельности организации не должен превышать 60 %. Чем меньше уровень безубыточности, тем ниже риск инвестиционного проекта. Анализируя рентабельность производства продукции, важно отметить, что наиболее высокий ее уровень отмечен в базовом периоде (28,24 %). Это обусловлено тем фактом, что часть затрат на приобретение сырья для загрузки производственных мощностей предприятия будет оплачена за счет кредитных ресурсов. В 2021–2024 гг. рентабельность составит 7,8 %, к 2025 году наблюдается рост данного показателя на 0,73 п. п.

Вместе с тем, кроме оценки эффективности проекта, необходимо проанализировать основные виды рисков, которые могут возникнуть в ходе его реализации. В качестве факторных показателей риска нами были определены следующие: увеличение объема капитальных затрат, снижение объемов реализации, увеличение издержек на реализуемую продукцию, в том числе увеличение затрат на сырье, так как эта статья занимает наибольший удельный вес в структуре затрат. В качестве результативных показателей чувствительности проекта к факторам риска выступают чистый дисконтированный доход, динамический срок окупаемости проекта и внутренняя норма доходности. Под критическим значением изменения исходного анализируемого параметра будем принимать такое, при котором чистый дисконтированный доход будет менять значение с положительного на отрицательное.

Расчеты показали, что проект является средне чувствительным к увеличению объема капитальных затрат и очень чувствительным к остальным рассмотренным факторам. Так, ежегодное снижение выручки от реализации продукции на 4,28 % приведет к уменьшению чистого дисконтированного дохода к концу 2025 года до 0. Данный риск может быть минимизирован при условии роста цен на продукты переработки соевого зерна. Однако исследования ценовой динамики на рынке соепродуктов не позволяют сделать однозначных выводов. Так, за последние годы наблюдается рост цен на соевый шрот (жмых), при этом цены на соевое масло имеют тенденцию к снижению. Рост издержек на реализуемую продукцию на 4,78 % и рост затрат на сырье на 5,17 % также приведет к получению нулевого чистого дисконтированного дохода к концу 2025 года. Таким образом, даже незначительные колебания на рынке сои и соепродуктов могут привести к снижению эффективности данного инвестиционного проекта в первые годы его реализации.

На наш взгляд, в какой-то степени минимизировать данные риски можно путем увеличения объемов закупки отечественного соевого зерна для загрузки производственных мощностей завода, что обусловлено более низкими ценами на сою, произведенную в Беларуси, по сравнению с импортной. Для этого необходимо предусмотреть расширение посевных площадей культуры в организациях сырьевой зоны данного предприятия.

Кроме того, в ходе исследований было установлено, что большое влияние на показатели эффективности и чувствительности данного проекта оказывают условия предоставления и порядок погашения кредита. Поскольку в рамках данного инвестиционного проекта планируется, что произведенное соевое масло будет реализовано на внешние рынки, имеется возможность участия в программе поддержки предприятий-экспортеров Банка развития Республики Беларусь. Данной программой предусмотрено финансирование затрат на приобретение основных средств по сниженной процентной ставке, равной 10,17 % годовых. При этом обязательным условием является то, что доля собственных средств участия в проекте должна составлять не менее 10 % [3].

Расчеты показывают, что при изменении условий предоставления кредита и повышения доли обеспеченности потребности в сырье до 70 % за счет сои отечественного производства, чистый дисконтированный доход возрастет до 7674,403 тыс. руб., динамический срок окупаемости сократится до 1,5 лет, индекс рентабельности составит 2,72. При этом нужно отметить снижение чувствительности проекта к факторам риска. Так, критическое значение снижения выручки от реализации составит 11,46 % (+ 7,18 п. п.), роста издержек производства – 13,83 % (+ 9,05 п. п.), в том числе увеличения затрат на сырье – 14,96 % (+ 9,79 п. п.).

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что проект строительства завода по переработке сои является высокоэффективным, но является весьма чувствительным к факторам риска в первые 5 лет его реализации. На наш взгляд, минимизации рисков будет способствовать наращивание объемов производства соевого зерна в Беларуси, что позволит снизить зависимость от конъюнктурных колебаний на соевом рынке, а также установление долгосрочного сотрудничества между производителями и переработчиками сои, предусматривающее закупку сырья и реализацию произведенных соепродуктов по заранее установленным договорным ценам. В сложившихся условиях хозяйствования создание предприятий по переработке сои является экономически оправданным и позволит обеспечить отечественное животноводство качественными высокобелковыми соевыми кормами, а также будет содействовать развитию экспортного потенциала страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лёвкина, О. В. Оценка конкурентоспособности соевого шрота при использовании его в рационах различных видов сельскохозяйственных животных и птицы / О.В. Лёвкина // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 28–34.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
3. Поддержка предприятий-экспортеров [Электронный ресурс] / Банк развития. – Режим доступа: <https://brb.by/activity/support-to-smes/support-for-export-companies/>. – Дата доступа: 30.07.2019.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ АГРАРНЫХ КОМБИНАТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. С. ГРИБ

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

(Поступила в редакцию 11.09.2020)

Сельское хозяйство является одной из важнейших сфер развития экономического и промышленного благосостояния любого народа. Особое место в экономике каждой страны занимает аграрный сектор. При этом эффективное функционирование сельскохозяйственных организаций остается одной из важнейших проблем экономики Республики Беларусь.

В условиях хозяйствования, сложившихся в Беларуси, основной задачей сельскохозяйственных организаций становится насыщение рынка высококачественной готовой продукцией, что позволяет обеспечивать эффективность работы сельскохозяйственных производителей и стабильный прирост прибыли. Внедрение и развитие углубленной переработки собственного сырья позволяет хозяйствам существенно увеличивать добавленную стоимость конечной реализуемой продукции. В конце 20-х годов XX века отдельные сельскохозяйственные производители начали расширять специализацию, тем самым внедряя в производство углубленную переработку собственного сырья. Создание собственных перерабатывающих цехов в сельскохозяйственных организациях сподвигло государство на создание аграрных комбинатов.

Возникновение аграрных комбинатов в упрощенном виде началось в конце 30-х годов XX века, главным образом, в условиях переходного периода для решения основной задачи государства – обеспечения продовольственной безопасности. Основной задачей агрокомбинатов является производство достаточного количества высококачественной и конкурентоспособной готовой продукции. В настоящее время готовая высококачественная продукция, производимая агрокомбинатами, пользуется большим спросом не только в республике, но и за рубежом. Большие объемы экспортируемой готовой продукции высокого качества позволяют получать стабильно высокую добавленную стоимость. Однако до сих пор не определена оптимальная экономическая сущность таких универсальных предприятий, как агрокомбинаты. В статье представлены мнения разных авторов, объединив которые можно с точностью утверждать, что агрокомбинат – это в первую очередь, многоотраслевой комплекс, собравший в себе производство сельскохозяйственного сырья, его переработку и реализацию конечной продукции потребителю.

Ключевые слова: экономическая сущность, аграрный комбинат.

Agriculture is one of the most important areas for the development of economic and industrial well-being of any nation. The agricultural sector occupies a special place in the economy of each country. At the same time, the effective functioning of agricultural organizations remains one of the most important problems of the economy of the Republic of Belarus.

In the economic conditions prevailing in Belarus, the main task of agricultural organizations is to saturate the market with high-quality finished products, which makes it possible to ensure the efficiency of agricultural producers and a stable increase in profits. The introduction and development of in-depth processing of their own raw materials allows farms to significantly increase the added value of the final products sold. In the late 1920s, individual agricultural producers began to expand their specialization, thereby introducing in-depth processing of their own raw materials into production. The creation of its own processing shops in agricultural organizations prompted the state to create agricultural complexes.

The emergence of agrarian complexes in a simplified form began in the late 1930s, mainly in a transitional period for solving the main task of the state - ensuring food security. The main task of agricultural enterprises is to produce a sufficient amount of high-quality and competitive finished products. Currently, finished high-quality products produced by agricultural enterprises are in great demand not only in the republic, but also abroad. Large volumes of exported finished products of high quality allow obtaining a consistently high added value. However, the optimal economic essence of such universal enterprises as agricultural enterprises has not yet been determined. The article presents the opinions of various authors, combining which it is possible to assert with precision that the agro-industrial complex is, first of all, a diversified complex, which includes the production of agricultural raw materials, its processing and the sale of final products to the consumer.

Key words: economic essence, agricultural complex.

Введение

Важнейшей задачей любой страны является улучшение качества и повышение конкурентоспособности отечественной продукции, что позволяет наращивать экспортный потенциал и увеличивать объемы добавленной стоимости. Для решения данной задачи следует выбирать направление совершенствования моделей функционирования имеющихся сельскохозяйственных организаций, а именно путем расширения и углубления их специализации. Создание таких агрокомбинатов, производящих сельскохозяйственное сырье, занимающихся углубленной его переработкой и реализацией готовой конкурентоспособной продукции потребителю позволяет укреплять экономико-финансовое состояние сельского хозяйства.

Создание модели успешно функционирующего агрокомбината опирается на многие факторы, в том числе и на то, что весь спектр сельскохозяйственного производства должен вестись на имеющихся в организации сельскохозяйственных землях, и полное использование собственных трудовых ре-

сурсов аграрного комбината. Ключевая задача функционирования аграрных комбинатов заключается в получении максимума прибыли и росту доходности.

В Беларуси на начало 2020 года насчитывалось порядка 12 агрокомбинатов, и это всего лишь 1 % от всех сельскохозяйственных производителей республики [1]. Эти универсальные сельскохозяйственные организации вносят позитив в механизм ценообразования готовой продукции на внутреннем рынке, а также повышают конкурентоспособность отечественной продукции на внешних рынках. Эффективно функционирующие аграрные комбинаты характеризуются высоким уровнем преобладающих производственных связей между смежными отраслями производства, присутствием стабильных сырьевых зон, низкой ресурсоемкостью производства, а также высоким качеством углубленной промышленной переработки сырья – все это позволяет агрокомбинатам производить и реализовывать продукцию с низкими издержками производства, но при этом с высокой конкурентоспособностью. При этом в Беларуси помимо 12 сельскохозяйственных организаций со статусом «агрокомбинат» есть и птицефабрики, которые также занимаются выращиванием скота, его углубленной переработкой и реализацией полуфабрикатов либо готовой продукции. Так, например, ОАО «Гомельская птицефабрика», нацеленная на самостоятельное выращивание кур-несушек, производит полуфабрикаты и колбасные изделия, занимается продажей конечных продуктов. Следует отметить, что в 2019 г. эта птицефабрика имела 5 собственных магазинов, в том числе 2 из них статуса «Фирменный». Помимо этого, организация занимается выращиванием традиционных сельскохозяйственных культур, в результате чего это позволило существенно снизить затраты на заготовку и использование собственных кормов [2]. Важно отметить и сельскохозяйственные организации, не имеющие статуса «агрокомбинат», но при этом занимающиеся не только выращиванием крупного рогатого скота, но его переработкой в собственных мини-цехах и реализацией готовой продукции. Такими являются, например, СПК «Обухово» Гродненского района, ОАО «Комбинат Восток» Гомельского района, КСУП «Совхоз-комбинат «Коммунист» Ельского района и другие.

Развитие прибыльных и конкурентоспособных агрокомбинатов в Республике Беларусь до сих пор остается важнейшей проблемой повышения их экономической эффективности. Однако без четкого определения экономической сущности таких универсальных предприятий, как агрокомбинаты, сложно решать вышеназванную проблему.

Основная часть

Агрокомбинат, как одна из форм сельскохозяйственных организаций, характеризуется объединением в одно целое сельскохозяйственного производства, переработки продукции, ее реализации в одну производственно – хозяйственную структуру с единой системой управления и финансового обеспечения. Успех таких организаций обеспечивается при условии, когда все подразделения будут заинтересованы в максимальном выходе готовой продукции высокого качества. Укрепление материально-технической базы функционирующих перерабатывающих цехов, создание условий для получения качественного сельскохозяйственного сырья, обеспечение ритмичной работы преимущественно мясоперерабатывающих цехов, сокращение потребности в оборотных средствах – все это является первоочередными принципами успешного функционирования аграрных комбинатов.

По мнению Т. И. Ленской [4], формирование и развитие аграрных комбинатов позволяет решить большой круг задач, возникающих перед производителями сельскохозяйственной продукции. Так, например, можно добиться снижения производственных издержек; аккумулировать и привлекать дополнительные средства; повышать оперативность и маневренность использования трудовых, технических, финансовых и других ресурсов. Обобщив положения этого автора, можно сделать вывод, что агрокомбинат – это сельскохозяйственная организация, занимающаяся проведением единой организационно-технологической и ценовой политики; повышением финансовой устойчивости сельскохозяйственных производителей; ростом уровня использования производственных мощностей и обеспечением глубокой безотходной переработки сырья. Т. И. Ленской [4] выявила, что эффективность функционирования аграрных комбинатов определяется, в первую очередь, системой показателей их производственно-экономической деятельности, а именно объемами производства и сбыта продукции, затратами и прибылью от реализации готовой продукции.

Т. И. Ленская, И. С. Халецкий, М. С. Назарова [5] утверждают, что аграрные комбинаты можно рассматривать как форму сельскохозяйственной организации крупного агропромышленного производства, в которых формируется единый производственно-хозяйственный комплекс в рамках одного юридического лица, объединяющий несколько технологически связанных производств разных отраслей в цепи «производство – переработка – реализация продукции». Агрокомбинаты базируются на

едином гибком планировании своей производственно-экономической деятельности, формировании добавленной стоимости за счет углубленной переработки, улучшении качества продукции, сокращении затрат. При этом исследования указанных авторов свидетельствуют о том, что для успешного формирования агрокомбината вовсе не нужно создавать новое предприятие. Формирование аграрного комбината может осуществляться путем слияния, присоединения и преобразования нескольких сельскохозяйственных организаций. В любом случае необходимо придерживаться выполнения таких основных положений как целесообразность создания агрокомбината, наличие головного центра, способного координировать и ориентировать производственную деятельность, обеспечения непрерывной технологической цепи от получения сырья до реализации готовой продукции. Для выполнения этих условий необходимо активно заниматься инновационной деятельностью в аграрном комбинате, проводить эффективную мотивацию труда высококвалифицированного персонала, поддерживать на высоком уровне при минимальных затратах качество производимой продукции; рационально использовать имеющиеся земельные, трудовые и материально-технические ресурсы.

Как свидетельствует Д. С. Месник [7], агрокомбинат — это объединение нескольких родственных отраслей сельского хозяйства и промышленности, тесно связанных между собой территориально, технологически и экономико-организационно, в которых сельскохозяйственная продукция выступает в качестве сырья для промышленной переработки, а отходы используются для получения других продуктов. Аграрный комбинат объединяет в себе такие отрасли как сельскохозяйственные предприятия, обслуживающая сфера, отрасль по переработке сельскохозяйственного сырья, сельские строительные и транспортные сферы, сферы торговли. В тоже время Н. В. Ермалинская [8] считает, что агрокомбинат – это сельскохозяйственная организация, развивающаяся по законам функционирования многоэлементных производственно-экономических систем. Аграрные комбинаты ведут к укреплению и развитию производственно-экономических связей субъектов нескольких смежных отраслей, с целью стабилизации финансово-экономического состояния Беларуси. Такие организации наиболее полно могут снабжать население высококачественной продукцией. В дополнение к этому А. Б. Алтахиб [9] отмечает в своих исследованиях, что агрокомбинаты представляет собой открытую социально-экономическую систему, что обеспечивает сокращение затрат на производство продукции, ее хранение, транспортные расходы, обеспечивает своевременную реализацию готовой продукции.

Заключение

Изучение положений разных авторов позволяет определить, что агрокомбинат – это современная многоотраслевая организационно-экономическая форма организации, объединяющая деятельность сельскохозяйственных, перерабатывающих, заготовительных, торговых, транспортных сфер в одну производственно-хозяйственную цепь с единой системой управления и финансового обеспечения. Аграрный комбинат представляет собой открытую социально-экономическую систему с полным циклом производства, хранения, переработки и реализации продукции.

Такое крупное специализированное сельскохозяйственное предприятие, объединяющее производство, промышленную углубленную переработку, хранение и реализацию готовой продукции создает благоприятные условия для получения высококачественного сельскохозяйственного сырья, позволяет обеспечивать ритмичную работу перерабатывающих цехов, сокращать потребности в оборотных средствах. Оно способствует развитию и укреплению производственно-экономических связей смежных отраслей АПК, что позволяет добиваться стабилизации финансово-экономического состояния предприятия на основе создания условий для рационального использования земельных, трудовых, материально-технических, финансовых ресурсов, нацеливает на наиболее полное удовлетворение потребностей населения в качественной продукции.

В крупном комбинированном аграрном предприятии формируется единый производственно-хозяйственный комплекс в рамках одного юридического лица, объединяющее несколько технологически связанных производств разных отраслей в цепи «производство – переработка – реализация продукции». Данное предприятие имеет единый баланс и производственно-финансовый план. Целью функционирования аграрного комбината является полный хозяйственный расчет, самофинансирование, а так же обеспечение продовольственной безопасности и повышение качества жизни населения на основе стабилизации собственного производства, использования преимуществ межрегионального разделения труда и повышения конкурентоспособности отечественной продукции на внешнем рынке.

Формирование и развитие аграрных комбинатов позволяет решать многие задачи, которые могут возникать не только перед предприятиями перерабатывающей промышленности, но и в сельском хозяйстве и в сфере торговли. Функционирование агрокомбинатов позволяет сосредоточить усилия на

более полном и эффективном использовании имеющихся ресурсов, оперативно реагировать на изменение рыночных колебаний, контролировать ее качество, обеспечивать снижение издержек, повышать прибыльность.

Таким образом, современный агрокомбинат представляет собой крупное многоотраслевое предприятие, позволяющее осуществлять и углублять специализацию сельскохозяйственного предприятия, внедрять рациональные системы растениеводства и животноводства, на основе применения мелиорации, химизации и комплексной механизации производства. Реализация имеющихся преимуществ позволяет аграрным комбинатам достигать высоких производственно-экономических показателей, наращивать темпы расширенного производства, увеличивать урожай сельскохозяйственных культур, повышать продуктивность сельскохозяйственных животных. Внедрение в производство современных технологий, углубление уровня переработки сырьевых ресурсов, вовлечения в оборот вторичных продуктов пищевой промышленности и создания высокоэффективных производств с высокой добавленной стоимостью позволяет производить продукцию с устойчивой рентабельностью, добываясь при этом снижения себестоимости. Принципы, лежащие в основе функционирования и развития аграрных комбинатов, придают им уникальные особенности и отличают их от других организационно-экономических форм собственности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск, 2020. – 178 с.
2. Прудникова, В. С. Сравнительная производственно-экономическая оценка работы аграрных комплексов в Беларуси / В. С. Прудникова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 20–25.
3. Щербенок, А. Е. Экономическая эффективность интеграции сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий (на примере мясоперерабатывающих и сельскохозяйственных организаций Гомельской области): автореф. дис. кандидата экономических наук: 08.00.05 / А. Е. Щербенок: Научно-исследовательское республиканское учреждение «БЕЛНИИ аграрной экономики». – Минск, 2002 – 40 с.
4. Ленская, Т. И. Факторы, влияющие на повышение эффективности функционирования интегрированных структур (региональных агрокомбинатов) / Т. И. Ленская, М. С. Назарова // Интеграция Республики Крым в систему экономических связей Российской Федерации – теория и практика управления: материалы XII межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, Симферополь, 28 окт. 2016 г. / Институт экономики и управления (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»; редкол.: Ю.П. Майданевич (гл. ред.) [и др.] – Симферополь, 2016. – С. 53–56.
5. Ленская, Т. И. Исследование методологических подходов по формированию региональных агрокомбинатов с учетом сложившейся специализации агропромышленного производства / Т. И. Ленская, И. С. Халецкий, М. С. Назарова // Молодежь в науке – 2016 : сборник материалов Международной конференции молодых ученых: в 2 частях, Минск, 22–25 нояб. 2016 г. / Национальная академия наук Беларуси; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.] – Минск, 2017. – С. 104–116.
6. Минаков, И. А. Развитие интеграционных процессов в агропромышленном комплексе: монография / И. А. Минаков. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2016. – 227 с.
7. Месник, Д. Е. Потенциал развития промышленности и сельского хозяйства / Д. Е. Месник // Аграрная экономика – 2019. – №5. – С. 2–9.
8. Ермалинская, Н. В. Организационно-экономический механизм эффективного функционирования интегрированных структур в системе регионального АПК (на примере Гомельской области): автореф. дис. кандидата экономических наук: 08.00.05 / Н. В. Ермалинская; Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого». – Гомель, 2014 – 35 с.
9. Алхатиб, А. Б. Формирование стратегии развития предприятий мясоперерабатывающего подкомплекса на основе маркетинговой концепции управления: автореф. дис. кандидата экономических наук: 08.00.05 / А. Б. Алхатиб; Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Горки, 2010 – 26 с.

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В СИСТЕМЕ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГОЙ

Ю. В. АЛЁХИНА, Д. А. ДРОЗД

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

(Поступила в редакцию 15.09.2020)

Клевер луговой является универсальной и широко распространенной на территории Республики Беларусь кормовой культурой. Одновидовые посевы клеверов, отличаются сравнительно низкой допустимой продолжительностью заготовки качественного корма, зачастую не превышающую 10 суток от момента наступления фазы укосной спелости, после чего наблюдается резкое снижение их питательности. Решить проблему заготовки кормов можно за счет организации сырьевых конвейеров, позволяющих растянуть сроки заготовки качественного и полностью сбалансированного по содержанию в них питательных веществ и обменной энергии корма за счет применения технологически совместимых кормовых культур.

В настоящих исследованиях осуществлялось сравнение двух вариантов сырьевого конвейера с экономической и энергетической точек зрения. Первый вариант конвейера состоял из следующих сортов клевера лугового белорусской селекции: раннеспелого сорта Цудоўны, среднеспелого сорта Витебчанин и позднеспелого сорта Мерея. Во втором варианте вместе раннеспелого сорта использован среднеранний сорт Янтарный, а все остальные компоненты оставлены без изменения.

Было установлено, что наибольшего экономического и энергетического эффекта (уровень рентабельности составил 71,22 % при его обеспеченности чистым доходом в объеме 495,05 руб./га) можно достичь при использовании второго варианта сырьевого конвейера в условиях естественной обеспеченности влагой при посеве под покров ярового ячменя. Если же метеорологические условия вегетационного периода потребуют применения орошения, то в целях сохранения питательности исходного сырья и его сбора, хоть и менее рентабельным является поддержание оптимальных влагозапасов в пределах 80–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50 (чистый доход при рентабельности в 35,18 % составил 412,99 руб./га).

При использовании кормов из клевера лугового для кормления КРС и получения молочной продукции, экономически обоснованным является возделывание второго варианта сырьевого конвейера с применением покровной культуры в первый год жизни при естественных условиях поступления влаги в почву. При поддержании почвенных влагозапасов в пределах 80–100 % от НВ и 70–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50 появляется возможность получения дополнительных 22,38–36,38 т молока, при уровне рентабельности чистого дохода в пределах 39,10–39,20 %.

Ключевые слова: клевер луговой, орошение, сырьевой конвейер, энергетическая эффективность, экономическая эффективность.

Red clover is a universal and widespread forage crop in the territory of the Republic of Belarus. Mono-species clover crops are distinguished by a relatively low permissible duration of harvesting high-quality forage, often not exceeding 10 days from the onset of mowing ripeness phase, after which there is a sharp decrease in their nutritional value. It is possible to solve the problem of storing feed by organizing raw material conveyors, which make it possible to extend the procurement time of high-quality and fully balanced feed in terms of nutrient content and metabolic energy through the use of technologically compatible feed crops.

In the present studies, a comparison was made between two options for a raw material conveyor from an economic and energy point of view. The first version of the conveyor consisted of the following varieties of Belarusian meadow clover: the early ripening Tsudouny variety, the mid-ripening Vitebsk variety and the late-ripening Mereia variety. In the second variant, the mid-early Iantarnyi variety was used together with the early ripening variety, and all other components were left unchanged.

It was found that the greatest economic and energy effect (the level of profitability was 71.22 % with net income in the amount of 495.05 rubles / ha) can be achieved using the second option of raw material conveyor in conditions of natural moisture supply when sowing under the cover of spring barley. If the meteorological conditions of the growing season require the use of irrigation, then in order to preserve the nutritional value of feed and its collection, one can maintain, although it is less cost-effective, the optimal moisture reserves within 80–100 % of the minimum water capacity with a sprinkler DD-50 (net income with a profitability of 35.18 % amounted to 412.99 rubles / ha).

When using fodder from meadow clover for feeding cattle and obtaining dairy products, it is economically justified to cultivate the second option of a raw material conveyor using a cover crop in the first year of life under natural conditions of moisture intake into the soil. With the maintenance of soil moisture reserves within 80-100% of the minimum water capacity and 70-100% of the minimum water capacity with the sprinkler DD-50, it becomes possible to obtain additional 22.38–36.38 tons of milk, with a level of profitability of net income in the range of 39.10–39.20 %.

Key words: meadow clover, irrigation, raw material conveyor, energy efficiency, economic efficiency.

Введение

Одним из основных целевых показателей Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [1] является достижение среднегодового удоя молока в объеме 9,2 млн. т. Однако, исходя из анализа официальных статистических данных [2], в период с 2016 по 2019 годы среднегодовой удой возрос чуть более чем на 200 тыс. тонн и составил 7,394 млн. т.

Недобор молока возникает в следствии нехватки качественного и сбалансированного по питательным веществам корма, а так же слабой оснащенности АПК современной высокопроизводительной и энергосберегающей сельскохозяйственной техникой. Организация сырьевых конвейеров, из различ-

ных по скороспелости одновидовых или широкого спектра поливидовых посевов схожих по технологии возделывания и пригодных для скармливания КРС позволит заготавливать качественные корма с высоким уровнем питательности и минимальной потребностью в сельскохозяйственной технике.

В качестве эксперимента, автором настоящего исследования ранее было разработано 2 варианта организации сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового белорусской селекции, которые возделывались в различных условиях по обеспеченности почвенной влагой [3]. Реструктурирование использования пахотных земель, по предлагаемым автором моделям сырьевого конвейера позволит осуществлять заготовку качественного сенажа на протяжении 83–85 суток, что превышает стандартные сроки заготовки трав почти в три раза.

Несущественное различие в сроках заготовки кормов не дает возможности объективного и явного выбора лучшего варианта сырьевого конвейера, и в связи с этим возникает вопрос о сравнении эффективности их применения по экономическим и энергетическим показателям.

Предлагаемые варианты сырьевого конвейера разработаны в условиях Северо-восточной части Республики Беларусь (Могилевской области) на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Гушского-1».

Биологические особенности клевера лугового, а именно его малолетие потребовало выполнения двух закладок полевого опыта. Первый опыт был заложен в 2016 году без использования покровной культуры, а при закладке второго полевого опыта в 2017 году было принято решение об использовании культурного покрова из ярового ячменя.

Объектом исследования являлись различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: раннеспелый сорт Цудоуны, среднеранний сорт Янтарный, среднеспелый сорт Витебчанин и позднеспелый сорт Меря. Посев выполнен нормой высева 8 кг/га, для каждого из сортов, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Покровная культура высеяна нормой в 180 кг/га и глубиной заделки семян в 3 см. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов [4, 5].

Агрохимические показатели почвы опыта первой закладки следующие: обменный фосфор 203,0 мг/кг, подвижный калий 251,0 мг/га, pH = 5,78. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0–30 см составили: плотность сложения почвы 1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость – 23,76 %. Почвы опыта второй закладки характеризовались следующими показателями: обменный фосфор 320,0 мг/кг, подвижный калий 423,0 мг/га, pH = 5,7. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0–30 см составили: плотность сложения почвы 1,40 г/см³, наименьшая влагоемкость – 23,82 %. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой P₆₀K₉₀. В дополнении к основному фону был внесен минеральный азот дозой N₉₀ при посеве клевера под покров.

При закладке полевых опытов, была принята двухфакторная схема:

Фактор А – Пределы регулирования почвенных влагозапасов:

1. Без дополнительного увлажнения;
2. Орошение при снижении почвенных влагозапасов до уровня 80 % от наименьшей влагоемкости;
3. Орошение при снижении почвенных влагозапасов до уровня 70 % от наименьшей влагоемкости.

Фактор В – различные по срокам наступления фаз укосной спелости сорта клевера лугового:

1. Цудоўны;
2. Янтарный;
3. Витебчанин;
4. Меря.

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось орошением методом дождевания барабанно-шланговыми дождевальными установками Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor. Поливные нормы определены расчетным путем исходя из водно-физических показателей почв и составили 20 мм и 30 мм для фонов 80 % от наименьшей влагоемкости и 70 % от наименьшей влагоемкости соответственно [6].

Основная часть

Оценка энергетической эффективности возделывания клевера лугового в системе сырьевого конвейера выполняется на основании технологической карты, в которой определена очередность и полный состав всех рабочих операций необходимых для заготовки кормов [7]. Для каждой технологической операции определялась энергоемкость сельскохозяйственных машин и прицепленных к ним агрегатов, которая вычисляется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_M = \frac{M \cdot (A + P) \cdot \mathcal{E}_3}{100 \cdot P_p \cdot \Gamma_3},$$

где \mathcal{E}_m – энергоёмкость трактора, автомобиля или сельскохозяйственной машины, МДж; М – масса энергетического средства, кг; А – норма амортизации, %; Р – норма ремонта, %; \mathcal{E}_s – энергетический эквивалент используемого трактора, автомобиля, сельхозмашины; P_p – производительность агрегата, га, т, ткм/ч; G_3 – годовая загрузка трактора или сельхозмашины, ч.

Перевод затрат ГСМ, пестицидов, гербицидов, минеральных удобрений и электроэнергии в энергию осуществляется с помощью специальных энергетических эквивалентов путем перемножения эквивалента на фактический расход ГСМ или например пестицида. После определения по всем искомым показателям их суммируют, что и дает полные затраты энергии на заготовку кормов из клевера лугового в системе сырьевого конвейера (табл. 1).

Таблица 1. Энергетическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при заготовке сенажа

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант сырьевого конвейера	Показатели				
			Сбор СВ, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Удельные затраты энергии, МДж на 1 ГДж/га ОЭ	АК (по обменной энергии)
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	–	1	9,38	88,46	8,18	92	10,81
			11,73	108,46	7,28	67	14,90
		2	10,65	98,97	8,45	85	11,71
			12,72	117,62	7,49	64	15,70
0,8НВ	Bauer Rainstar T-61	1	14,25	132,38	19,07	144	6,94
			15,18	141,89	15,05	106	9,43
		2	15,36	143,69	18,26	127	7,87
			16,66	155,27	15,17	98	10,24
	Irriland Raptor	1	14,25	132,38	16,83	127	7,87
			15,18	141,89	13,57	96	10,46
		2	15,36	143,69	17,03	119	8,44
			16,66	155,27	13,70	88	11,33
	Lindsay-Europe Omega	1	14,25	132,38	17,34	131	7,63
			15,18	141,89	13,91	98	10,20
		2	15,36	143,69	17,55	122	8,19
			16,66	155,27	14,04	90	11,06
	ДД-50	1	14,25	132,38	18,42	139	7,19
			15,18	141,89	14,62	103	9,71
		2	15,36	143,69	18,62	130	7,72
			16,66	155,27	14,74	95	10,53
0,7НВ	Bauer Rainstar T-61	1	15,53	142,77	16,72	117	8,54
			18,20	168,86	15,95	94	10,59
		2	17,30	159,00	17,13	108	9,28
			19,31	179,88	16,00	89	11,24
	Irriland Raptor	1	15,53	142,77	16,07	113	8,88
			18,20	168,86	15,37	91	10,99
		2	17,30	159,00	16,48	104	9,65
			19,31	179,88	15,42	86	11,67
	Lindsay-Europe Omega	1	15,53	142,77	17,86	125	7,99
			18,20	168,86	16,85	100	10,02
		2	17,30	159,00	18,27	115	8,70
			19,31	179,88	16,89	94	10,65
	ДД-50	1	15,53	142,77	18,46	129	7,73
			18,20	168,86	17,47	103	9,67
		2	17,30	159,00	18,86	119	8,43
			19,31	179,88	17,51	97	10,27

Примечание:

1. В числителе – данные опыта первой закладки, в знаменателе – данные опыта второй закладки.

2. Вариант 1 – Цудоуны + Витебчанин + Мерея; вариант 2 – Янтарный + Витебчанин + Мерея

Клевер луговой в первый год жизни практически не формирует зеленую массу, в следствии чего затраты энергии в первый год жизни переносят на второй и последующие годы жизни, путем деления их на равные части в зависимости от продолжительности использования травостоев [8, 9].

Широкий спектр дождевальной техники имеющейся на учебно-опытном поле «Гушково-1» позволил выполнить расчет энергетической эффективности не только для использованных в опытах дождевальных установок барабанно-шланговых дождевальных установок (далее БШДУ) Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor, но и для дождевальной установки Lindsay-Europe Omega и дождевального аппарата ДД-50. В результате было установлено, что в условиях фонов 0,8НВ и 0,7НВ затраты энергии

составляли 13,57–19,07 ГДж/га и 15,37–18,86 ГДж/га соответственно и зависели не только от варианта конвейера, но и от способа посева и применяемой дождевальной техники. Поддержание почвенных влагозапасов в оптимальных пределах независимо от фона увлажнения с использованием БШДУ Irriland Raptor потребует наименьших затрат энергии по сравнению с другими дождевальными установками и аппаратами (13,57–17,03 ГДж/га на фоне 0,8НВ и 15,37–16,48 ГДж/га на втором орошаемом фоне).

Вторая особенность при возделывании клевера лугового возникает только в следствии возделывания его совместно с покровной культурой. В результате, все затраты энергии на общие для обеих культур операции, например вспашку или внесение удобрений делятся пропорционально полученному от них урожаю. В итоге, значительная часть затрат энергии переходит на покровную культуру [7]. В подтверждение к вышесказанному, можно сравнить конвейеры полученные на опытах первой и второй закладок. Можно отметить, что несмотря на возрастание урожайности второго варианта сырьевого конвейера на фоне 0,8НВ с 15,36 т/га до 16,66 т/га, отмечалось снижение затрат энергии при орошении БШДУ Bauer Rainstar Т-61 с 18,26 ГДж/га до 15,17 ГДж/га. Для остальных дождевальных установок и аппаратов, а так же фонов опыта тенденция имела аналогичный характер и не требует детального анализа.

Вывод об энергетической эффективности вариантов сырьевого конвейера делается с помощью агроэнергетического коэффициента (АК), который отражает отношение валового сбора обменной энергии к затраченной на получение продукции энергии и определяется по формуле:

$$AK = \frac{ПОЭ}{E_1 + E_2},$$

где ПОЭ – продуктивность 1 га площади, в ГДж обменной энергии; E_1 – затраты энергии на выращивание культуры или травосмеси, ГДж/га; E_2 – затраты на заготовку корма, ГДж/га.

Все варианты сырьевого конвейера независимо от фона увлажнения и применяемой дождевальной техники являются энергетически эффективными, так как АК составляет больше 1. Среди всех вариантов опыта, наиболее эффективным является второй вариант сырьевого конвейера на контрольном фоне, который при беспокровном способе возделывания имеет АК равным 11,71, а в случае возделывания под покровом ярового ячменя величина АК возрастает до 15,70.

В условиях орошения наибольшей эффективностью отличается второй вариант сырьевого конвейера при поддержании почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от НВ БШДУ Irriland Raptor. Агроэнергетический коэффициент в этом случае колебался от 9,65 при беспокровном посеве до 11,67 при совместных посевах клевера лугового и ярового ячменя. Следует отметить, что данный вариант сырьевого конвейера очень сильно уступает своему аналогу на контрольном фоне и применение орошения возможно только в случае высокой экономической эффективности.

Низкой энергетической эффективностью (АК составлял 6,94–9,43 в зависимости от способа возделывания), отличался первый вариант сырьевого конвейера на фоне с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80% от НВ при орошении БШДУ Bauer Rainstar Т-61.

Расчет экономической эффективности возделывания клевера лугового так же осуществлялся на основании технологических карт отличных по форме и содержанию от карт применяемых для расчета энергетической эффективности. Из них устанавливалась величина заработной платы с соответствующими надбавками, стоимость затраченных ГСМ и электроэнергии. Кроме того, в общую сумму производственных затрат включаются:

- затраты на обязательные отчисления из заработной платы рабочих и механизаторов;
- затраты на приобретение минеральных удобрений и средств защиты;
- затраты на посевной материал;
- амортизационные отчисления, а так же затраты на хранение, технический уход и капитальный ремонт;
- затраты на полив для фонов с дополнительным увлажнением;
- затраты на организацию производства и прочие прямые затраты.

Две особенности распределения затрат энергии, применяемые для расчета энергетической эффективности можно использовать в полной мере и для расчета экономической эффективности.

Расчет экономической эффективности выполнялся в двух направлениях. В первом случае определялся чистый и маржинальный доходы, рентабельность [10] при заготовке сенажа из клевера лугового в системе сырьевого конвейера (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при заготовке сенажа

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант сырьевого конвейера	Показатели									
			Сбор СВ, т/га	Сбор кормовых единиц, тыс. к. ед./га	Сбор ЭКЕ, Г/Дж/га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т СВ, руб.	Себестоимость 1 тыс. к. ед., руб.	Себестоимость 1 тыс. ЭКЕ, руб.	Маржинальный доход, руб./га	Чистая прибыль, руб./га	Рентабельность, %
Контроль	-	1	9,38	6,69	8,85	758,25	80,84	113,34	85,68	461,96	154,77	20,41
			11,73	8,05	10,84	667,06	56,87	82,86	61,54	709,24	431,78	64,73
		2	10,65	7,37	9,90	794,03	74,56	107,74	80,21	535,92	211,52	26,64
			12,72	8,72	11,76	695,06	54,64	79,71	59,10	785,57	495,05	71,22
0,8НВ	Bauer Rainstar T-61	1	14,25	9,84	13,24	1786,04	125,34	181,51	134,89	399,43	-443,64	-24,84
			15,18	10,67	14,19	1380,72	90,96	129,40	97,30	722,47	74,70	5,41
		2	15,36	10,77	14,37	1811,43	117,93	168,19	126,06	512,35	-342,24	-18,89
			16,66	11,63	15,53	1411,86	84,75	121,39	90,91	837,96	174,93	12,39
	Irriland Raptor	1	14,25	9,84	13,24	1619,07	113,62	164,54	122,29	484,03	-276,67	-17,09
			15,18	10,67	14,19	1271,39	83,75	119,16	89,59	777,76	184,03	14,47
		2	15,36	10,77	14,37	1644,45	107,06	152,69	114,44	596,95	-175,27	-10,66
			16,66	11,63	15,53	1303,09	78,22	112,05	83,91	892,95	283,69	21,77
	Lindsay-Europe Omega	1	14,25	9,84	13,24	1675,00	117,54	170,22	126,51	518,04	-332,61	-19,86
			15,18	10,67	14,19	1309,28	86,25	122,71	92,27	800,53	146,14	11,16
		2	15,36	10,77	14,37	1700,39	110,70	157,88	118,33	630,97	-231,20	-13,60
			16,66	11,63	15,53	1340,99	80,49	115,30	80,49	915,59	245,80	18,33
	ДД-50	1	14,25	9,84	13,24	1384,18	97,14	140,67	104,55	408,50	-41,78	-3,02
			15,18	10,67	14,19	1141,21	75,18	106,96	80,42	702,32	314,21	27,53
		2	15,36	10,77	14,37	1412,33	91,95	131,14	98,28	518,75	56,86	4,03
			16,66	11,63	15,53	1173,80	70,46	100,93	75,58	817,93	412,99	35,18
0,7НВ	Bauer Rainstar T-61	1	15,53	10,52	14,24	1740,42	112,07	162,44	122,22	579,50	-304,23	-17,48
			18,20	12,59	16,89	1617,45	88,87	128,47	95,76	926,84	99,79	6,17
		2	17,30	11,73	15,86	1792,62	103,62	152,82	113,03	715,27	-192,71	-10,75
			19,31	13,45	17,99	1637,31	84,79	121,73	91,01	1034,37	197,83	12,08
	Irriland Raptor	1	15,53	10,52	14,24	1644,87	105,92	156,36	115,51	604,41	-208,69	-12,69
			18,20	12,59	16,89	1531,57	84,15	121,65	90,68	949,09	185,68	12,12
		2	17,30	11,73	15,86	1697,07	98,09	144,68	107,00	740,17	-97,17	-5,73
			19,31	13,45	17,99	1551,94	80,37	115,39	86,27	1056,49	283,19	18,25
	Lindsay-Europe Omega	1	15,53	10,52	14,24	1686,87	108,62	160,35	118,46	600,41	-250,68	-14,86
			18,20	12,59	16,89	1556,57	85,53	123,64	92,16	950,55	160,68	10,32
		2	17,30	11,73	15,86	1739,07	100,52	148,26	109,65	736,18	-139,16	-8,00
			19,31	13,45	17,99	1576,63	87,64	117,22	87,64	1057,99	258,51	16,40
	ДД-50	1	15,53	10,52	14,24	1399,87	90,14	133,07	98,31	510,46	36,32	2,59
			18,20	12,59	16,89	1373,03	75,44	109,06	81,29	801,11	344,22	25,07
		2	17,30	11,73	15,86	1449,32	83,78	123,56	91,38	648,91	150,59	10,39
			19,31	13,45	17,99	1394,31	72,21	103,67	77,51	909,39	440,83	31,62

Примечание: 1. В числителе – данные опыта первой закладки, в знаменателе – данные опыта второй закладки.
2. Вариант 1 – Цудоўны + Витебчанин + Мерея; вариант 2 – Янтарный + Витебчанин + Мерея

Получение урожая сенажа с 1 гектара пахотных земель обойдется от 667,06–794,03 руб. на фоне без орошения до 1141,21–1792,62 руб. при орошении в зависимости от фона увлажнения и применяемой дождевальной техники. Высокие производственные затраты орошаемых фонов обусловлены низкой часовой производительностью дождевальной техники и ее высокой стоимостью, что влечет за собой повышение затрат на обслуживание основных средств. Возделывание клевера лугового в системе сырьевого конвейера под покровом ярового ячменя в первый год жизни позволит снизить затраты денежных средств независимо от возросшего валового сбора сухого вещества. Например, заготовка кормов на фоне 0,7НВ при орошении первого варианта сырьевого конвейера барабанно-шланговой дождевальной установкой обойдется землепользователю в 1740,42 руб./га, а при посеве под покровом ярового ячменя аналогичные затраты снизятся до 1617,45 руб./га.

Оценивая себестоимость 1 тыс. к. ед. можно заметить, что наиболее дешевой (79,71 руб.) она будет на втором варианте сырьевого конвейера, который возделывается без применения дополнительного увлажнения с закладкой посева под покровом ярового ячменя в первый год жизни. Поддержание почвенных влагозапасов на фоне с оптимальными водно-воздушными условиями в пределах 80–100 % от НВ на травостоях первого варианта сырьевого конвейера барабанно-шланговой дождевальной установкой Bauer Rainstar T-61 является наиболее дорогим, ведь 1 тыс. к. ед. в данном случае обойдется в 181,51 руб. Современной альтернативой кормовым единицам, являются энергетические кормовые единицы (ЭКЕ) которые указывают на обеспеченность кормов обменной энергией. Тенденция формирования себестоимости ЭКЕ аналогична кормовым единицам и менее затратным оказалось получение 1 тыс. ЭКЕ со второго варианта сырьевого конвейера опыта второй закладки, расположенного на контрольном фоне, что обойдется хозяйству всего в 59,10 руб.

Сравнивая беспокровный и подпокровный способы посева по чистому доходу и рентабельности можно заметить, что беспокровный способ посева является нежелательным как без орошения, так и с ним. Однако если на контроле беспокровный посев приносит 154,77–211,52 руб./га, то в условиях орошения прибыль отмечалась только при использовании дождевального аппарата ДД-50, составляя 56,86 руб./га на фоне 0,8НВ и 36,32–150,59 руб./га на втором фоне с дополнительным увлажнением. При посеве под покровом ярового ячменя прибыль контрольного фона возрастала до 431,78–495,05 руб./га, а на орошении от 74,70 до 440,83 руб./га. Но несмотря на это, рентабельность орошаемых фонов, колебавшаяся в пределах 5,41–35,18 %, очень сильно уступала контрольному фону, на котором данный показатель достигал 64,73–71,22 %. Делая вывод об экономической эффективности предлагаемых сырьевых конвейеров, предпочтение следует отдать второму варианту сырьевого конвейера, который возделывается в условиях контрольного фона с посевом под покровом ярового ячменя. Возделывание клевера лугового по данной схеме обеспечит землепользователя чистым доходом в размере 495,05 руб./га и уровнем рентабельности в 71,22 %.

Если же возникнет необходимость в применении орошения, то следует отдать предпочтение второму варианту сырьевого конвейера и поддерживать почвенные влагозапасы в пределах 80–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50. В таком случае 1 гектар пахотных земель будет приносить до 412,99 руб. при рентабельности в 35,18 %. Следует так же акцентировать внимание и на том, что фон 0,7НВ хоть и формировал наибольший урожай сухого вещества и имел наибольшую величину чистого дохода уступал по уровню рентабельности фону 0,8НВ, что делает его менее предпочтительным к использованию. Вторым направлением расчета экономической эффективности, стало определение величины чистой прибыли и рентабельности при скормливании заготовленного корма КРС и получении от него молока (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при получении молочной продукции

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант конвейера	Показатели				
			Сбор кормовых единиц, тыс. к. ед./га	Получено молока, т	Производственные затраты, тыс. руб.	Чистая прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
Контроль	–	1	6,69	51,46	22,17	8,57	38,70
			8,05	61,92	26,39	10,59	40,10
		2	7,37	56,69	24,38	9,48	38,90
			8,72	67,08	28,56	11,51	40,30
0,8НВ	Bauer Rainstar T-61	1	9,84	75,69	33,38	11,83	35,40
			10,67	82,08	35,59	13,43	37,70
		2	10,77	82,85	36,41	13,08	35,90
			11,63	89,46	38,67	14,76	38,20
	Irriland Raptor	1	9,84	75,69	33,19	12,02	36,20
			10,67	82,08	35,46	13,56	38,20
		2	10,77	82,85	36,21	13,27	36,60
			11,63	89,46	38,55	14,89	38,60
	Lindsay-Europe Omega	1	9,84	75,69	33,25	11,96	36,00
			10,67	82,08	35,51	13,52	38,10
		2	10,77	82,85	36,28	13,21	36,40
			11,63	89,46	38,59	14,84	38,50
	ДД-50	1	9,84	75,69	32,92	12,29	37,30
			10,67	82,08	35,31	13,71	38,80
		2	10,77	82,85	35,94	13,54	37,70
			11,63	89,46	38,40	15,04	39,20
0,7НВ	Bauer Rainstar T-61	1	10,52	80,92	35,46	12,88	36,30
			12,59	96,85	41,91	15,93	38,00
		2	11,73	90,23	39,37	14,52	36,90
			13,45	103,46	44,69	17,11	38,30
	Irriland Raptor	1	10,52	80,92	35,35	12,98	36,70
			12,59	96,85	41,82	16,03	38,30
		2	11,73	90,23	39,27	14,63	37,30
			13,45	103,46	44,59	17,20	38,60
	Lindsay-Europe Omega	1	10,52	80,92	35,40	12,94	36,50
			12,59	96,85	41,85	16,00	38,20
		2	11,73	90,23	39,31	14,58	37,10
			13,45	103,46	44,62	17,18	38,50
	ДД-50	1	10,52	80,92	35,07	13,26	37,80
			12,59	96,85	41,64	16,21	38,90
		2	11,73	90,23	38,99	14,91	38,20
			13,45	103,46	44,41	17,38	39,10

Примечание: 1. В числителе – данные опыта первой закладки, в знаменателе – данные опыта второй закладки.
2. Вариант 1 – Цудоўны + Витебчанин + Меря; вариант 2 – Янтарный + Витебчанин + Меря

Учет основных производственных затрат осуществлялся на основании данных годовых отчетов хозяйств Могилевской области. Таким образом была установлена величина заработной платы рабочих и механизаторов, затрат на обслуживание основных средств, на ГСМ и электроэнергию и др. видов затрат приведенных на 1 тонну молока. В дополнение ко всему была определена стоимость кормового рациона, который позволит получать годовой удой с одной коровы в размере 7 т молока.

В результате было установлено, что наиболее рентабельным является получение молока при скармливании корма заготовленного на втором варианте сырьевого конвейера контрольного фона опыта второй закладки. В таком случае чистая прибыль составит 11,51 тыс. руб., а рентабельность будет достигать 40,30 %. Если же использовать корма полученные с использованием орошения, то наиболее рентабельным (39,20 %) является стимулирование ростовых процессов клеверов второго варианта сырьевого конвейера опыта второй закладки на фоне 0,8НВ при поддержании влагозапасов дождевальным аппаратом ДД-50. Корм, полученный при таком способе возделывания даст возможность получения 89,46 т молока, а чистая прибыль при этом составит 15,04 тыс. руб. Немного менее рентабельным (39,10 %) является поддержание оптимальной почвенной влажности данным аппаратом на втором орошаемом фоне на аналогичной варианте сырьевого конвейера, но при этом величина чистой прибыли составляет 17,38 тыс. руб.

Заключение

Результаты расчета экономико-энергетической эффективности возделывания клевера лугового в системе сырьевого конвейера позволяют сделать вывод о целесообразности возделывания кормового конвейера состоящего из среднераннего сорта Янтарного, среднеспелого сорта Витебчанин и позднеспелого сорта Меряя. Максимальная энергетическая и экономическая эффективности при возделывании данного сырьевого конвейера наблюдается в условиях естественного увлажнения при посеве под покров ярового ячменя. В результате этого, 1 гектар пахотных земель будет приносить землепользователю 495,05 руб. чистой прибыли при уровне рентабельности в 71,22 %. При применении орошения, самым оптимальным считаем поддержание влажности почвы в пределах 80–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50 на аналогичной схеме сырьевого конвейера. За счет орошения хозяйство сможет получить до 412,99 руб./га, а рентабельность при этом составит 71,22 %.

Использование вышеуказанного варианта сырьевого конвейера откроет возможность получения 67,08 т молока при получении кормов без орошения, а чистый доход и рентабельность составят 11,51 тыс. руб. и 40,10 %. В условиях орошения, оптимальным окажется возделывание клевера лугового при регулировании влажности почвы в пределах 80–100 % от НВ и орошении дождевальным аппаратом ДД-50, что даст хозяйству по отношению к контрольному фону дополнительные 22,38 т молока, а так же 3,53 тыс. руб. при уровне рентабельности полученной прибыли в 39,20 %. Поддерживая влагозапасы в пределах 70–100 % от НВ можно получать дополнительные 36,38 т молока, при уровне чистого дохода в размере 17,38 тыс. руб. и рентабельности в 39,10 % что уступает второму орошаемому фону 0,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585 [электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 18.06.2020.
3. Дрозд, Д. А. Организация сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового / Д. А. Дрозд // Мелиорация. – 2020. – № 1 (91). – С. 71–77.
4. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 74 с.
5. Коледа, К. В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа и др.; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
6. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
7. Кутузова, А. А. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах: метод. указ. / А. А. Кутузова, Л. С. Трофимова, Е. Е. Проворная. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Угрешская типография, 2015. – 32 с.
8. Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве: учебник / А. П. Михалкевич [и др.]; под ред. А. П. Михалкевича. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Минск: БГЭУ, 2004. – 687 с.
9. Чечеткин, А. С. Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве: учебник / А. С. Чечеткин. – Минск, 2008. – 608 с.
10. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г. В. Савицкая. – Изд. 6-е, испр. и доп. – М.: Инфра-М, 2020. – 376 с.

СТРАХОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. В. КАЛАЦКАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kasvet@tut.by

(Поступила в редакцию 17.09.2020)

Сельское хозяйство занимает важное место в структуре национальной экономики, обеспечивая население продуктами питания и сырьем промышленности. Сельскохозяйственное производство имеет свои особенности, заключающиеся в том, что экономический процесс воспроизводства переплетается с естественным. В связи с этим оно находится в большой зависимости от метеорологических, почвенных и других природных условий. Страхование выступает одним из эффективных механизмов финансовой защиты сельхозпроизводителей. Вопрос обеспечения доступности страхования для широкого круга организаций является актуальным. В настоящее время данный вопрос решается путем организации механизма страхования с государственной поддержкой. Введение обязательного страхования некоторых сельскохозяйственных культур и племенных животных представляется целесообразным, потому что обязательное страхование обеспечивает сравнительно низкие страховые тарифы за счет полного охвата объектов. Во многих развитых странах сельскохозяйственное страхование осуществляется при условии активной поддержки и участия государства. В Республике Беларусь государственная поддержка выражается в компенсации 95 % страховых взносов за счет средств государственного бюджета, а 5 % страхового взноса уплачивает страхователь (сельхозпроизводитель) при заключении договора страхования.

В статье рассмотрены порядок и условия обязательного страхования с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы; от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; гражданской ответственности владельцев транспортных средств. Определены основные направления совершенствования страхования имущественных интересов производителей сельскохозяйственной продукции в Республике Беларусь. Сделан вывод, что сельское хозяйство – отрасль, наиболее подверженная воздействию сил природы, поэтому по сравнению с другими отраслями в большей степени нуждается в защите, осуществляемой путем страхования.

Ключевые слова: риск, сельское хозяйство, обязательное страхование, страховой взнос, страховой тариф, страховое возмещение.

Agriculture occupies an important place in the structure of the national economy, providing the population with food products and industry with raw materials. Agricultural production has its own characteristics, due to the fact that economic process of reproduction is intertwined with the natural one. In this regard, it is highly dependent on meteorological, soil and other natural conditions. Insurance is one of the most effective financial protection mechanisms for agricultural producers. The issue of ensuring the availability of insurance for a wide range of organizations is relevant. Currently, this issue is being addressed by organizing an insurance mechanism with state support. The introduction of compulsory insurance for some crops and breeding animals seems appropriate, because compulsory insurance provides relatively low insurance rates due to the full coverage of objects. In many developed countries, agricultural insurance is provided with the active support and participation of the state. In the Republic of Belarus, state support is expressed in the compensation of 95% of insurance premiums from the state budget, and 5 % of the insurance premium is paid by the insured (agricultural producer) when concluding an insurance contract.

The article deals with the procedure and conditions for compulsory insurance with state support for the harvest of agricultural crops, livestock and poultry; from industrial accidents and occupational diseases; civil liability of vehicle owners. The main directions of improving the insurance of property interests of agricultural producers in the Republic of Belarus have been determined. It is concluded that agriculture is the industry most exposed to the forces of nature, therefore, in comparison with other industries, it is in greater need of protection through insurance.

Key words: risk, agriculture, compulsory insurance, insurance premium, insurance rate, insurance compensation.

Введение

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей материального производства, которая занимается выращиванием сельскохозяйственных культур и разведением сельскохозяйственных животных. Ему принадлежит главная роль в снабжении населения продуктами питания и производстве сырья для пищевой и частично легкой промышленности. В то же время сельское хозяйство является наиболее рискованным из всех отраслей экономики, так как его производство находится в прямой зависимости от природно-климатических и погодных факторов. Для снижения негативных факторов и обеспечения стабильности производства сельскохозяйственной продукции организациям необходимо осуществлять поиск путей управления риском. Одной из действенных мер, гарантирующих стабильность производства сельскохозяйственной продукции и минимизирующих риски сельскохозяйственных товаропроизводителей, является страхование.

Цель исследования – проанализировать порядок и условия обязательного страхования в сельском хозяйстве Республики Беларусь как инструмента управления рисками с целью определения направлений его совершенствования.

Основная часть

Объективная необходимость страхования обуславливается существованием понятия риска как случайного события, которое может привести к ущербу [1, с. 163]. В широком смысле страхование

определено экономической необходимостью для общества располагать резервными фондами в связи с непредвиденными обстоятельствами. Такие фонды могут быть сформированы: 1) за счет резервирования в централизованном порядке; 2) путем самострахования; 3) посредством внесения взносов в страховую организацию.

Централизованные фонды (государственные страховые резервы) создаются в денежной и материальной форме, находятся в распоряжении органов государственной власти.

Самострахование предусматривает децентрализованное формирование каждой организацией необходимых материальных и финансовых резервов на случай непредвиденных обстоятельств. Порядок формирования и использования этих фондов регламентируется уставом организации.

Особое значение имеют страховые резервы для сельскохозяйственного производства, поскольку оно тесно связано с климатическими и природными условиями и в большой степени, чем промышленность, подвергается воздействию стихийных сил. Страховые резервы имеют стоимостную и натурально-вещественную формы и играют важную роль в обеспечении непрерывности производственного цикла. Вместе с тем при их образовании происходит отвлечение значительных средств из хозяйственного оборота, к тому же в большинстве случаев их объем оказывается недостаточным для полного возмещения ущерба.

Фонды страховщика формируются специальными страховыми организациями за счет взносов страхователей. Отношения страхования складываются в рамках строго определенного круга участников. Преимущество такой формы организации фонда состоит в том, что ущерб одного распределяется среди всех участников, а поскольку получателей средств из фонда всегда намного меньше, чем плательщиков страховых взносов, то в нем сосредотачиваются значительные суммы, гарантирующие реальное возмещение ущерба в рамках закона.

Роль страхования в условиях рыночной экономики, для которой характерно увеличение степени страхового риска, значительно возрастает. Активно развивается страховой рынок. Сначала параллельно, а потом и на смену государственным страховым организациям, являющимися монополистами в страховании, приходят акционерные и частные страховые организации.

Страхование является обязательным, если это предусмотрено законодательными актами Республики Беларусь. В остальных случаях страхование является добровольным.

В настоящее время в аграрной отрасли Беларуси осуществляются следующие виды обязательного страхования: от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; гражданской ответственности владельцев транспортных средств; с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы.

Обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – это самый распространенный из всех видов страхования, так как охватывает практически каждого работающего. В роли страховщика выступает только Белорусское республиканское унитарное страховое предприятие «Белгосстрах» (Белгосстрах), страхователи – организации, их обособленные подразделения. Сумма страховых взносов исчисляется исходя из определенного страхового тарифа (0,6 %) и общей суммы всех видов выплат (дохода, вознаграждений), на которые в соответствии с законодательством начисляются страховые взносы.

Объектом **обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств** является ответственность за вред, причиненный жизни или здоровью физических лиц, их имуществу либо имуществу юридических лиц в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Заключаются следующие виды договоров: внутреннего страхования, пограничного страхования и «Зеленая карта». В Беларуси заключаются комплексные договоры внутреннего страхования. По такому договору виновник ДТП может получить страховое возмещение за свой поврежденный автомобиль. Величина страхового взноса по договору внутреннего страхования (договору комплексного внутреннего страхования) зависит от типа транспортного средства, периода страхования и корректируется с учетом местонахождения владельца, аварийности использования транспортного средства. Из-за недостатка денежных средств отдельные сельхозпроизводители страхуют ответственность лишь по тем машинам, которые выезжают за пределы организации.

Обязательное страхование с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы осуществляется в Республике Беларусь с 2008 года. Государственная поддержка выражается в компенсации 95 % страховых взносов за счет средств республиканского бюджета, предусмотренных на развитие сельскохозяйственного производства. И только 5 % рассчитанного страхового взноса уплачивает страхователь (сельхозпроизводитель)

Страхователями выступают сельскохозяйственные организации и их обособленные подразделения, основным видом деятельности которых является выращивание сельскохозяйственных культур, скота и птицы. Перечень сельскохозяйственных культур, скота и птицы, подлежащих обязательному страхованию, ежегодно утверждается. В таблице приведена динамика видов страхуемых культур и основных условий, на которых заключаются договора их страхования. Такими условиями признаются процент страхования (удельный вес страховой суммы в стоимости) и процент возмещения ущерба и затрат на пересев.

Динамика культур и основных условий их страхования

Годы	Озимая пшеница	Озимая тритикале	Яровая пшеница	Ячмень	Озимый рапс	Лен-долгунец	Процент страховой суммы от страховой стоимости	Процент возмещения ущерба и затрат на пересев	Номер и дата нормативно-правового акта (указа)
2008	+	+	+	+	–	–	100	50	№ 764 от 31.12.2006
2009	+	+	+	–	–	–	100	70	№ 97 от 12.02.2009
2010	+	+	+	–	–	–	100	100	№ 554 от 16.11.2009
2011	+	+	+	–	+	–	100	100	№ 567 от 4.11.2010
2012	+	+	+	–	+	–	100	50	№ 16 от 06.01.2012
2013	+	+	+	–	+	+	100	50	№ 134 от 28.03.2013
2014	+	+	+	–	+	+	75	50	№ 115 от 10.03.2014
2015	+	+	+	–	+	+	75	50	№ 574 от 11.12.2014
2016	+	+	+	–	+	+	75	50	№ 115 от 30.03.2016
2017	–	–	–	–	+	+	75	17	№ 90 от 16.03.2017
2018	–	–	–	–	+	+	75	17	№ 436 от 8.12.2017
2019	–	–	–	–	+	+	75	30	№ 471 от 10.12.2018
2020	–	–	–	–	+	+	75	15	№ 23 от 23.01.2020
2021	–	–	–	–	+	+	75	30	№ 336 от 07.09.2020

Примечание. Составлена автором на основании страхового законодательства.

В таблице видно, что с момента введения обязательного страхования по 2016 год (в течение 9 лет) в обязательном порядке страховался урожай озимой и яровой пшеницы, озимой тритикале. Урожай ячменя страховался только в 2008 году. С 2011 года в перечень по обязательному страхованию с государственной поддержкой включен озимый рапс, с 2013 года – лен-долгунец. С 2017 года перечень страхуемых культур значительно сократился и на 2021 год включает только две культуры: озимый рапс и лен-долгунец.

Наряду с племенным маточным поголовьем крупного рогатого скота и свиней в перечень обязательно страхуемых скота и птицы с 2020 года включено маточное поголовье основных свиноматок (чистопородных и двухпородных) [2].

Страховая стоимость урожая определяется по каждой из сельскохозяйственных культур на основании стоимости урожая культуры на одном гектаре посева (произведение средней пятилетней урожайности и средней реализационной цены предшествующего года) и посевной площади.

При введении обязательного страхования в 2008 году на страхование принималось 100 % стоимости урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы. По животным это условие выполняется и в настоящее время. С 2014 года страховая сумма по страхуемым культурам составляет 75 % страховой стоимости. Страховые тарифы утверждаются на каждый год по видам культур и дифференцированы по областям Республики Беларусь.

По страховым тарифам обязательного страхования скота и птицы прослеживается тенденция их снижения [3, с. 101].

Для получения страхового возмещения сельскохозяйственная организация должна представить в Белгосстрах заявление и пакет документов, включающий подтверждение причины наступления страхового случая, обследования посевных площадей культуры, размер затрат страхователя на пересев погибшей культуры (при условии проведения пересева).

При гибели культур ущерб рассчитывается по стоимости продукции на 1 гектаре посевов и площади погибших культур. Стоимость продукции на 1 гектаре посевов рассчитывается умножением средней урожайности культуры за последние 5 лет на предельные максимальные цены, которые действовали на день составления акта о страховом случае.

Ущерб при гибели животных определяется в размере балансовой стоимости погибших скота и птицы на день страхового случая. При вынужденном убое – в размере разницы между балансовой стоимостью на день страхового случая и выручкой от реализации пригодного в пищу мяса. Если мясо

признано непригодным в пищу, то ущербом признается балансовая стоимость животных на день страхового случая.

Страховщиком определяется страховое возмещение по каждому виду сельскохозяйственной культуры и животных на основании суммы ущерба и с учетом процента его возмещения, утвержденного на год, в котором заключен договор, но в пределах страховой суммы по каждому виду культур и животных. На протяжении обязательного страхования с господдержкой процент возмещения ущерба и затрат на пересев при гибели культур изменялся. Если при ведении обязательного страхования в 2008 году возмещалось 50 % ущерба, то в 2009 году – 70 %, а в 2010 и 2011 годах ущерб возмещался полностью. В период с 2012 по 2016 годы возмещалось 50 % ущерба и затрат на пересев. В 2017 и 2018 годах – возмещалось 17 %, в 2019 году – 30 %, в 2020 году – 15 %, на 2021 год – на уровне 30 %. С 2010 года по настоящее время ущерб при гибели (падеже), вынужденном убое (уничтожении) скота и птицы возмещается полностью.

На основании вышеизложенного можно отметить, что система страхования как инструмент управления рисками в сельском хозяйстве не получила должного развития в Республике Беларусь. При этом имеется возможность оказывать поддержку отечественным производителям сельскохозяйственной продукции через механизм страхования. Целесообразно расширять перечень сельскохозяйственных культур и животных, которые будут страховаться в обязательном порядке с государственной поддержкой. Расширенный перечень растениеводческой продукции будет стимулировать аграриев к выращиванию этих культур с учетом поддержки со стороны государства через механизм страхования. Расходы на возмещение затрат на уплату страховых взносов по обязательному страхованию с государственной поддержкой пока не соответствуют критериям ВТО и включаются в «желтую корзину», меры из которой попадают под обязательства по сокращению [4, с. 160].

Помимо совершенствования традиционного страхования от совокупности рисков, целесообразно внедрение различных видов индексного страхования. В зарубежной практике широкое распространение получило страхование по индексам районной урожайности и погодных условий.

Целесообразно изменить существующий механизм страхования в сельском хозяйстве и выработать возможные направления его развития с участием бюджетных средств и привлечением в него дополнительных субъектов.

Заключение

В результате исследования установлено, что сельскохозяйственное производство является высокорисковым в силу своей специфики. Страхование имущественных интересов производителей сельскохозяйственной продукции имеет большое значение в обеспечении производственной стабильности и финансовой устойчивости аграрной отрасли. Состояние аграрного страхования Беларуси предусматривает определение и законодательное оформление форм взаимодействия страховщика, государства и сельскохозяйственных организаций как главных участников аграрного страхования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калацкая, С. В. Обязательное страхование с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур в Беларуси / С. В. Калацкая // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник статей X Междунар. науч.-практ. конф. (Брянский ГАУ, 4–5 апреля 2019 г.). В 4 ч. Ч.2. / Институт экономики и агробизнеса Брянского ГАУ; отв. ред.: В. Дьяченко. – Брянск, 2019. – С. 163–168.

2. О страховании урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы в 2021 году [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 7 сент. 2020 г., № 336. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2020/september/54240/>. – Дата доступа: 10.09.2020.

3. Калацкая, С. В. Обязательное страхование скота и птицы в Беларуси / С. В. Калацкая // Актуальні соціально-економічні проблеми держави і регіонів: Збірка матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю факультету економіки та менеджменту ДонНТУ. Т. 2. Секція 2: Проблеми розвитку фінансів та фінансової науки (13–14 травня 2019 р.) / Уклад. Антоненко В. М. – Покровськ, 2019. – С. 100–103.

4. Казакевич, И. А. Механизм страхования в сельском хозяйстве Республики Беларусь как финансовый инструмент обеспечения его устойчивого развития / И. А. Казакевич, Л. В. Шабуня // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. Аграр. навук. – 2018. – Т. 56 – № 2. – С. 151–163.

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Л. А. ТАПУНОВ, В. И. БУЦЬ

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

(Поступила в редакцию 06.10.2020)

В условиях самокупаемости и самофинансирования при сложившемся диспаритете цен на сельскохозяйственную продукцию эффективное функционирование производственно-сбытовой системы крупнотоварной сельскохозяйственных требует максимальной рационализации ресурсопотребления. В данном контексте, главной задачей стоящей перед отечественными сельскохозяйственными производителями становится поиск внутриорганизационных резервов оптимизации затрат денежно материальных ресурсов, в том числе на основе логистического подхода. В тоже время низкий уровень культивации положений логистического подхода в расчетной части обоснования параметров развития сельскохозяйственной организации актуализирует проблему выработки научно и практических обоснованных методик оптимизации затрат аккумулируемых материальными и информационными потоками. В статье отражены результаты исследования по разработке авторской методики оптимизации логистических затрат адаптивной современным условиям хозяйствования крупнотоварных сельскохозяйственных организаций. Суть методики состоит в обосновании параметров логистического взаимодействия объектов, составляющих производственно-сбытовую систему сельскохозяйственной организации. Отличительной особенностью методики является то, что предлагаемый алгоритм ее реализации учитывает межфункциональную связь формирования затрат денежно-материальных ресурсов в полном логистическом цикле организации: материально-техническое обеспечение – производство – сбыт. Проведенные расчеты подтвердили нелинейный характер формирования логистических затрат. Установлено, что в условиях сельскохозяйственных организаций Горецкого района снижение логистических затрат на 5–10 % позволит обеспечить рост денежной выручки на 9–15 %.

Ключевые слова: логистика, логистические затрат, оптимизация, переменные, параметры, сельское хозяйство, отраслевая структура, объектно-ориентированный подход.

In the conditions of self-sufficiency and self-financing with the prevailing disparity in prices for agricultural products, the effective functioning of the production and marketing system of large-scale agricultural producers requires maximum rationalization of resource consumption. In this context, the main task facing domestic agricultural producers is the search for intra-organizational reserves for optimizing the costs of monetary and material resources, including those based on a logistic approach. At the same time, the low level of cultivation of the provisions of logistic approach in the calculation part of substantiating the parameters of the development of an agricultural organization actualizes the problem of developing scientifically and practically grounded methods for optimizing the costs accumulated by material and information flows. The article reflects the results of research on the development of the author's methodology for optimizing logistics costs, adapted to modern economic conditions of large-scale agricultural organizations. The essence of the methodology is to substantiate the parameters of logistic interaction of objects that make up the production and marketing system of an agricultural organization. A distinctive feature of the methodology is that the proposed algorithm for its implementation takes into account inter-functional relationship of the formation of costs of monetary resources in the full logistics cycle of the organization: logistics – production – sales. The calculations have confirmed the non-linear nature of the formation of logistics costs. It has been established that in the conditions of agricultural organizations in the Goretzky District, a 5–10 % reduction in logistics costs will ensure an increase in cash earnings by 9–15 %.

Key words: logistics, logistics costs, optimization, variables, parameters, agriculture, sectoral structure, object-oriented approach.

Введение

Белорусские агропромышленные бизнес-структуры стали уделять гораздо больше внимания поиску возможностей повышения устойчивости производства за счет совершенствования управления и оптимизации использования ресурсного потенциала за счет выявления внутрихозяйственных резервов. В этой ситуации объективно повышается роль инновационной логистики. С ее помощью могут решаться задачи по рациональной организации производственных процессов, оптимизации закупок, сбыта, рациональному использованию вторичных ресурсов и др.

Цель исследования – разработка методики оптимизации логистических затрат, базирующейся на положениях объектно-ориентированного подхода.

Информационной базой исследований послужила годовая и первичная бухгалтерская отчетность, а также результаты экономического анализа производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Горецкого района Могилевской области. В качестве основного метода исследований послужил универсальный диалектический метод. Его суть применительно к исследованию механизма формирования логистических затрат состоит в анализ проблем организации логистики внутри производственно-сбытовой системы сельскохозяйственной организации, возникающих в силу противоречий обусловленных несоответствием организационной структуры и структуры управления изменившейся системе экономических отношений в условиях создания кооперационно-интеграционных агропромышленных формирований. Для разработки методики оптимизации логи-

стических затрат использованы научные приемы экономического анализа, моделирования, прогнозирования [1, с. 63; 2].

Для анализа структурных соотношений формирования логистических затрат при сопоставлении расчетных значений формирования логистических затрат и фактических использовались такие показатели, как коэффициент полноценности материального потока и эластичность логистических затрат. Порядок расчета казанных показателей отражен в формулах (1) и (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{pi} = K'_{pi} - \min(K'_{pi}) \times \frac{1}{\max(K'_{pi}) - \min(K'_{pi})} \\ \\ K'_{pi} = \frac{\sum_{t=1}^3 \Pi_{it}^{\text{факт.}}}{\Pi_i^{\text{расч.}}} \end{array} \right. , \text{ при } i \in I, t \in T, K \in [0; 1], \quad (1)$$

где, K_{pi} – коэффициент полноценности совокупного материального потока i -й отрасли; K'_{pi} – исходный коэффициент полноценности совокупного материального потока i -й отрасли; $\Pi_{it}^{\text{факт.}}$ – фактический размер совокупного материального потока i -й отрасли в t -м отчетном периоде, t ; $\Pi_i^{\text{расч.}}$ – расчетный размер совокупного материального потока i -й отрасли, t .

$$\mathcal{E}_i^{\text{TLC}} = \frac{\text{TLC}^{\text{расч.}} - \text{TLC}^{\text{факт.}}}{\Pi_i^{\text{расч.}} - \Pi_i^{\text{факт.}}}, \text{ при } i \in I, \quad (2)$$

где, $\mathcal{E}_i^{\text{TLC}}$ – эластичность логистических затрат по i -й отрасли, тыс. руб./ t ; $\text{TLC}^{\text{расч.}}$ – расчетное значение общих логистических затрат; $\text{TLC}^{\text{факт.}}$ – фактическое значение общих логистических затрат; $\Pi_{it}^{\text{факт.}}$ – фактический размер совокупного материального потока i -й отрасли, t ; $\Pi_i^{\text{расч.}}$ – расчетный размер совокупного материального потока i -й отрасли, t .

Основная часть

Реализация методики предполагает выполнения ряда шагов структурной декомпозиции и экономико-математических расчетов:

Первый шаг. Методологический анализ предметной области и постановка задачи выполнения методики. На данном этапе осуществляется разработка объектно-процессной модели с использованием инструментариев графического метода, отражающая основные связи в цепочке сквозного движения материальных потоков в производственно-сбытовой системе сельскохозяйственной организации.

Второй шаг. Инструментальное обоснование практического применения методики. Суть этапа состоит в адаптации методики в практико-ориентированный вид, по средству конкретизации ее элементов в современных условиях информационного учета хозяйственной деятельности сельскохозяйственной организации.

Третий шаг. Формализация структурной и развернутой модели прогнозирования и оптимизации логистических затрат. Состоит в математическом описании объектно-процессной модели формирования логистических затрат в производственно-сбытовой системе сельскохозяйственной организации.

Четвертый шаг. Сценарный анализ моделирования процессов взаимодействия внутренних и внешних объектов производственно-сбытовой системы. Состоит в определении вариаций формирования логистических затрат в рамках диапазона динамики параметров взаимодействия объектов внутренней и внешней среды функционирования производственно-сбытовой системы сельскохозяйственной организации.

Новизна методики заключается в том, что предлагаемый алгоритм ее реализации учитывает межфункциональную связь формирования затрат денежно-материальных ресурсов в полном логистическом цикле организации: материально-техническое обеспечение → производство → сбыт. Такой подход призван обеспечить учет зависимостей формирования условно-постоянных и условно-переменных логистических затрат как согласно изменения параметров структуры отраслей, так и сквозного движения аккумулируемых при этом потоков материальных ресурсов.

Так, практическая апробация методики на примере материалов типичной крупнотоварной сельскохозяйственной организации ОАО «Горецкое» Горецкого района Могилевской области позволила установить наиболее эффективный в контексте логистического обоснования состав прогнозируемой динамики материальных ресурсов в разрезе продовольственной, продовольственно-кормовой и кормовой групп отраслей и видов деятельности (табл. 1).

Таблица 1. Прогнозирование материальных потоков в разрезе товарных и кормовых отраслей, т/год

Наименование отрасли	Остаток на начало расчетного года	Куплено	Произведено	Использовано		Реализовано	Остаток на конец расчетного года	Коэффициент полноценности материального потока	Эластичность логистических затрат, тыс. руб./т
				на семена	на корм скоту				
Продовольственная группа отраслей									
Сахарная свекла	–	–	7077,78	–	–	7077,78	–	0,39	0,14
Семена рапса	2	3,41	405,62	3,41	–	407,62	–	0,35	0,51
Овощи	175	–	141,40	–	–	316,40	–	1,00	0,19
Открытого грунта	7	–	147,00	–	–	154,00	–	0,16	-1,38
Плоды	–	–	8205,36	–	609,21	7596,15	–	0,31	-0,15
Молоко	–	–	493,17	–	–	493,17	–	0,30	-3,01
Продовольственно-кормовая группа отраслей									
Зерновые и зернобобовые	2268,90	184,81	11262,44	1193,21	4341,96	6403,22	2029,86	0,24	-0,03
Картофель	607,00	–	1182,02	134,89	304,61	709,21	640,31	0,47	0,48
Кормовая группа отраслей									
Корнеплоды	–	–	761,51	–	761,51	–	–	–	–
Зеленый корм	–	–	14506,55	–	14506,55	–	–	0,47	-0,01
Сено всякое	1380,00	–	8041,18	–	7099,98	–	9421,18	0,00	-0,01
Сенаж	7972,00	–	9854,06	–	9854,06	–	7972,00	0,58	0,10
Силос	13675,00	–	6598,04	–	6598,04	–	13675,00	0,84	0,06
Побочная продукция									
солома	1904,00	–	11693,41	4523,37*	–	–	9074,04	0,14	-0,03
навоз	100000,00	–	23472,65	71355,57*	–	–	52117,08	0,30	-0,02

Примечание. 1. Источник: Расчёты авторов на основе данных годовой бухгалтерской отчетности; 2. * – на технологические цели.

Из содержания табл. 2 следует, что достижение наиболее рациональной комбинации состава и размера отраслей с учетом заданных экономических критериев вызывает структурные изменения движения соответствующих материальных потоков. Этому свидетельствуют вызванные в процессе оптимизации существенные темпы изменения последних от фактических данных (см. табл. 2).

Анализ данных приведенных в табл. 1–2 показал, что приведение логистических затрат организации в оптимальный вид затрат структурные сдвиги ее производственно-сбытовой системы как в части потребления ресурсов, так и размеров отраслей. Данные изменения позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, сложившаяся структура материальных потоков организации имеет разобщенный характер в части отклонения от оптимальных параметров организации их движения. Об этом говорит показатель вариации коэффициента полноценности материального потока – 68,00 %. Это доказывает предопределяющее значение логистической составляющей в процессе отраслевой дифференциации производственно-сбытовой деятельности сельскохозяйственной организации.

Таблица 2. Соотношение фактической и оптимизированной структуры материальных потоков при оптимизации логистических затрат, %

Наименование отрасли	В остатках на начало расчетного года	В покупных	В произведенных	В использовании на семена	В использовании на корм скоту	В реализованных	В остатках на конец расчетного года
Продовольственная группа отраслей							
Сахарная свекла	–	–	91,07	–	-100,00	95,96	–
Семена рапса	50,00	42,63	67,94	113,67	–	67,49	-100,00
Овощи	64,81	–	19,97	–	-100,00	351,56	-100,00
Открытого грунта	6,36	–	544,44	–	-100,00	385,00	-100,00
Плоды	–	–	108,68	–	89,46	110,22	–
Молоко	–	–	107,21	–	–	107,21	–
КРС в живом весе	–	–	91,07	–	-100,00	95,96	–
Продовольственно-кормовая группа отраслей							
Зерновые и зернобобовые	159,11	256,68	131,85	94,40	370,47	125,97	80,52
Картофель	123,12	-100,00	83,12	76,21	34,11	308,35	105,49
Кормовая группа							
Корнеплоды	–	–	–	–	–	–	–
Зеленый корм	–	–	269,33	–	269,33	–	–
Сено всякое	368,98	–	643,81	–	568,45	–	682,69
Сенаж	220,89	–	67,99	–	97,27	–	100,00
Силос	129,95	–	44,64	–	58,22	–	100,00
Побочная продукция							
Солома	86,47	–	290,02	–	104,51	–	476,58
Навоз	–	–	104,57	–	129,74	–	52,12

Примечание. Источник: Расчёты авторов на основе табл. 1 и данных годовой бухгалтерской отчетности.

Во-вторых, в соответствии с полученным интервалом колебания показателя эластичности логистических затрат от среднего – [-2,78; 0,73], изменение концентрации совокупных материальных потоков приводит к двухсторонней динамике (увеличение и уменьшение логистических затрат) и неод-

народной степени влияния отдельных материальных потоков на формирование общих логистических затрат организации. Это доказывает наличие сложной, логистический разобщенной организованности межотраслевого взаимодействия объектов производственно-сбытовой системы сельскохозяйственной организации. Согласно проведенным исследованиям, решение поставленной экономико-математической задачи было выполнено при целевом критерии формирования логистических затрат с учетом максимизации прибыли. В соответствии с этим, в табл. 3 приведено сопоставление финансовых показателей фактического состояния сельскохозяйственной организации и при реализации соответствующих оптимизационных мероприятий.

Таблица 3. Сравнительные данные финансовых показателей функционирования сельскохозяйственной организации при оптимизации логистических затрат

Наименование показателя	Фактическое	Оптимизированные		
		расчетное	± к фактическому	в % к фактическому
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	7584,00	7860,27	276,27	103,64
Полная себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	6884,00	7495,77	611,77	108,89
Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	700,00	364,50	-335,50	52,07
Логистические затраты, тыс. руб.	2012,68	1691,53	-321,15	84,04
Доля учтенных логистических затрат в себестоимости, %	29,24	22,57	–	–
Выручка от реализации на балло-га с.-х. земель, руб.	25,89	26,83	0,94	103,64
Прибыль на балло-га, тыс. руб.	2,39	1,24	-1,15	52,07
Выручка на чел.-ч, тыс. руб.	14,34	10,46	-3,87	72,99
Прибыль на чел.-ч, тыс. руб.	1,32	0,49	-0,84	36,67
Рентабельность реализации, %	10,17	4,86	-5,31	–
Результативность логистических затрат, %	1,86	1,15	-0,71	–

Примечание. Источник: Расчёты авторов на основе данных решения экономико-математической задачи.

Из данных табл. 3 следует, что оптимизация логистических затрат в производственно-сбытовой системе сельскохозяйственной организации связана с их экономией не более 10 %. Эффективность данного варианта оптимизации логистических затрат выражается в росте прибыли от реализации продукции в 1,9 раза, росте занятости на 35 % за счет увеличения трудозатрат в сфере логистики, увеличении производительности труда на 9 %. При этом прогнозируется увеличение показателей рентабельности реализации продукции, услуг на 7,92 п. п., результативности логистических затрат – на 2 процентных пункта то их снижение в сельскохозяйственной организации на 25 % оказывает негативное влияние на прибыль от реализации продукции основных видов деятельности.

Заключение

Таким образом, из вышеизложенного отметим следующие основные результаты и выводы, полученные в процессе разработки и реализации методики оптимизации логистических затрат на основе объектно-ориентированного подхода:

1. Разработана авторская модель оптимизации логистических затрат, сущность которой состоит в расчете экономически целесообразной конфигурации движения материальных потоков в звеньях производственно-сбытовой системы сельскохозяйственной организации. Новизна предложенной модели состоит в учете межфункциональных соотношений формирования логистических затрат согласно изменения параметров структуры отраслей и динамики сквозного движения аккумулируемых при этом потоков материальных ресурсов. Практическая значимость предложенной модели оптимизации логистических затрат заключается в использовании ее результатов в качестве базиса нормативов планирования сквозного движения материальных потоков, а также прогнозирования общеэкономических показателей эффективности производства и сбыта сельскохозяйственной продукции.

2. Апробация методики на материалах сельскохозяйственных организаций Могилевской области, Горецкого района, в частности ОАО «Горецкое». Это позволило установить, что практическое внедрение методики достаточно экономически обоснованно и полученное решение имеет положительную перспективу. Так, оптимизация логистических затрат сельскохозяйственной организации в условиях Горецкого района через их снижение на 5–10 % позволит обеспечить рост денежной выручки на 9–15 %. Новизной предлагаемых приемов оптимизации логистических затрат в производственно-сбытовой системе сельскохозяйственной организации является применение комплекса целевых критериев с учетом их альтернативности. Были рассчитаны два варианта оптимизации: при целевой функции – минимум логистических затрат, а также их формирование при максимизации прибыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буць, В. И. Теоретические и практические аспекты управления ресурсосбережением в агропромышленном производстве / В. И. Буць, Л. А. Таптунов. – Горки: БГСХА, 2018. – 174 с.
2. Ивуть, Р. Б. Организационно-экономический механизм управления транспортно-логистической системой на предприятии промышленности / Р. Б. Ивуть, В. А. Скориков, Е. В. Сковорода. – Минск: БНТУ, 2017. – 310 с.

СИСТЕМНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

Б. М. ШУНДАЛОВ

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

(Поступила в редакцию 12.10.2020)

В Беларуси картофелеводством занимаются все категории хозяйств: сельхозорганизации, крестьянские (фермерские) и личные подсобные хозяйства населения. Высокоотоварное производство картофеля сосредоточено в сельхозорганизациях, удельный вес которых в общем объеме продукции невелик (немногим более 10 %). Возделывание картофеля связано с повышенным уровнем интенсификации производства, т.е. комплексом материальных и трудовых затрат в расчете на 1 га посевной площади культуры. Интенсивное выращивание картофеля экономически оправдано при условии, когда динамические темпы роста удельных производственных затрат обгоняют соответствующие темпы роста производственной себестоимости продукции.

В Беларуси примером системного интенсивного возделывания картофеля можно считать сельскохозяйственный производственный кооператив «Агрокомбинат Снов» Несвижского района. В этой сельхозорганизации за период 2016–2018 гг. выращивали картофель на 100 га пахотных земель, получали высокую урожайность (не ниже 53 т клубней с 1 га). Для этого на каждый гектар культуры затрачивалось материально-трудовых средств на сумму 4,5–5 тыс. рублей. Реализация картофельных клубней обеспечивала агрокомбинату значительную денежную выручку и прибыль в расчете на 1 т клубней и на 1 га посева культуры. Сельхозорганизация имела устойчивый уровень доходности от продажи клубней (не ниже 34 %), что свидетельствует о широких возможностях развития картофелеводческого бизнеса.

Ключевые слова: интенсификация, урожайность, себестоимость, прибыль, уровень рентабельности.

All categories of farms are engaged in potato growing in Belarus: agricultural organizations, peasant (farmer) and personal subsidiary plots of the population. Highly commercial potato production is concentrated in agricultural organizations, the share of which in the total volume of production is small (slightly more than 10%). Potato cultivation is associated with an increased level of intensification of production, i.e. a complex of material and labor costs per 1 hectare of the sown area of the crop. Intensive cultivation of potatoes is economically justified provided that the dynamic growth rates of unit production costs outstrip the corresponding growth rates of production costs.

In Belarus, the agricultural production cooperative «Agrokombinat Snov» of the Nesvizh region can be considered an example of systemic intensive cultivation of potatoes. In this agricultural organization for the period 2016–2018, they grew potatoes on 100 hectares of arable land, received a high yield (not less than 53 tons of tubers per hectare). For this, material and labor resources in the amount of 4.5–5 thousand rubles were spent for each hectare of the crop. The sale of potato tubers provided the agricultural plant with significant cash proceeds and profit per 1 ton of tubers and per 1 ha of crop sowing. The agricultural organization had a steady level of profitability from the sale of tubers (not less than 34 %), which indicates broad opportunities for the development of the potato business.

Key words: intensification, yield, prime cost, profit, level of profitability.

Введение

В Беларуси картофель считается традиционной сельскохозяйственной культурой, которую возделывают все категории хозяйств: сельхозорганизации, крестьянские (фермерские) и личные подсобные хозяйства. Выращивание самодостаточных урожаев картофеля неизбежно связано с повышенными почвенно-климатическими и производственно-экономическими условиями. Освоение рыночных отношений, когда спрос на высокоотоварный картофель существенно снизился, привело к резкому спаду производства продукции в сельхозорганизациях республики. Теперь даже не в каждом административном районе имеются хозяйства, занимающиеся картофелеводством, и те немногие сельхозорганизации, которые устойчиво определились с возделыванием картофеля, стремятся минимизировать посевные площади под этой культурой. Поэтому удел сельхозорганизаций в валовом сборе картофеля Беларуси остается невысоким. Крестьянские (фермерские) хозяйства пытаются развивать у себя картофелеводческую отрасль, но их число в республике пока невелико, из-за чего доля валового производства продукции этих хозяйств в общем сборе картофеля крайне мала. Зато в хозяйствах сельского населения, а также участников садово-огородных товариществ выращивается основная часть картофеля Беларуси. В целом внутренний рынок по продовольственному картофелю удовлетворяется за счет участия в производстве продукции всех категорий хозяйств. На внешний рынок белорусский картофель поступает в небольших объемах. Можно отметить, что в республику завозится немного картофеля преимущественно ультраранних сортов. Республиканский научно-практический центр и его экспериментальные подразделения, занимающиеся выведением и сортоиспытанием картофеля, поставляют в широкомасштабное производство много новых сортов и гибридов культуры с высокими урожайными, вкусовыми и техническими показателями. Кроме продовольственного назна-

чения, картофель в немалых объемах поступает на техническую переработку преимущественно для изготовления крахмала.

Основная часть

Подготовка статьи базировалась на использовании официальной информации, которая характеризует динамическое состояние картофелеводческой отрасли в сельскохозяйственных организациях Беларуси за период 2014–2018 гг. [7]. Углубленное изучение работы отрасли проводилось по материалам годовой отчетности сельскохозяйственного кооператива (СПК) «Агрокомбинат Снов» Несвижского района за период 2016–2018 гг. Статистическая обработка данных основана на применении разнообразных показателей динамики, структуры, сравнения, соотношения, средних величин и др. В процессе формирования работы автором использованы опубликованные источники [1–6], а также учитывался накопленный практический опыт автора.

Возделывание картофеля неизбежно связано с привлечением и потреблением немалых объемов расходных материалов. Среди многих сельхозкультур, возделываемых в Беларуси, картофель выделяется повышенной материалоемкостью и трудозатратностью. В сельхозорганизациях республики картофель возделывается по существу без затрат ручного труда, зато многочисленные технологические работы (посадка, междурядные обработки, борьба с сорняками, вредителями и болезнями, копка, сортировка, закладка на хранение) связаны с большими затратами труда механизаторов, водителей грузовых средств и др. Поэтому важнейшей задачей в картофелеводческой отрасли сельхозорганизаций республики является существенное повышение урожайности культуры. Динамические изменения основных производственно-экономических показателей в картофелеводстве сельхозорганизаций Беларуси за период 2016–2018 гг. можно проследить по данным табл. 1.

Таблица 1. Динамика основных показателей производства и реализации картофеля в сельхозорганизациях Беларуси

Показатели	Годы			2018 г. в % к 2014 г.
	2014	2016	2018	
Фактические показатели				
Посевная площадь, тыс. га	45	36	26	57,8
Валовой сбор клубней, млн. т	1	0,8	0,6	60,0
Средняя урожайность, т/га	23,5	23,5	24,2	103,0
Удельные производственные затраты на 1 га посева, руб.	4526	5013	6323	139,7
Себестоимость 1 т клубней, руб.	192,6	213,3	261,3	135,7
Реализационная цена 1 т, руб.	249,3	157,4	259,5	104,1
Прибыль (+), убыток (–) в расчете:				
• на 1 т клубней, руб.	56,7	–55,9	–1,8	–3,2
• на 1 га посева, руб.	1332	–1314	–43	–3,2
Базисные индексы потребительских цен, %	100	124	140,6	140,6
Скорректированные показатели				
Удельные производственные затраты на 1 га посева, руб.	4526	4043	4497	99,4
Себестоимость 1 т клубней, руб.	192,6	172,0	185,8	96,5
Реализационная цена 1 т, руб.	249,3	126,9	184,6	74,0
Прибыль (+), убыток (–) в расчете:				
• на 1 т клубней, руб.	56,7	–45,1	–1,3	–2,3
• на 1 га посева, руб.	1332	–1060	–31	–2,3
Уровень доходности проданного картофеля, %	29,3	–26,2	–0,7	–30 п.п.

Примечание: Источник: авторский расчет по официальным данным [7].

Данные табл. 1 показывают, что в сельскохозяйственных организациях Беларуси за период 2016–2018 гг. почти вдвое сократилась посевная площадь, снизился валовой сбор картофеля, но одновременно с этим на 3 % повысилась урожайность клубней. За изучаемый период существенно возросли удельные материально-трудовые затраты в расчете на 1 га посевов картофеля. Если судить по фактическим данным, то можно предположить, что в картофелеводческой отрасли сельхозорганизаций республики шел последовательный процесс интенсификации производства. Вместе с тем при условии корректировки стоимостных показателей на базисные индексы потребительских цен оказалось, что в 2018 г. по сравнению с 2014 г. удельные производственные затраты, себестоимость клубней, реализационная цена продукции, показатели прибыльности проданного картофеля заметно снизились. В конечном счете уровень рентабельности продукции, реализованной сельхозорганизациями, трансформировался из прибыльного в убыточный. Совершенно очевидно, что главным аспектом устойчиво доходного картофелеводства в сельхозорганизациях Беларуси следует считать существенный рост урожайности культуры за счет системного повышения интенсификации производства. Об этом сви-

детельствуют многочисленные примеры хозяйств, где на основе последовательного повышения интенсивности картофелеводства достигается высокая урожайность культуры и существенно улучшается экономико-финансовая результативность картофелеводческой отрасли.

В историческом аспекте Беларусь не случайно называлась картофелеводческой республикой: в 1960 г. под картофелем было занято свыше 1 млн га пахотных земель, а максимальный валовой сбор продукции был получен в 1970 г. – 13,2 млн тонн [7]. В те советские времена Беларусь в государственном плановом порядке поставляла немало картофеля в различные регионы бывшего Советского Союза. Считаясь важной «политической» культурой, картофель выращивался во всех сельхозорганизациях, занимая не менее 1 поля севооборотной площади. Возделывание картофеля в сельхозорганизациях базировалось преимущественно на экстенсивной основе, причем использовалось немало рутинного, нелегкого, ручного труда. Так, для проведения конно-ручной копки либо подбора клубней за примитивными техническими средствами во всех сельхозорганизациях привлекалось много школьников, студентов, работников промышленных и других организаций. Без ручного труда не обходилась подготовка картофеля для реализации, на семенные и другие цели. Кроме того, в республике функционировала сеть перерабатывающих предприятий, выпускающих на основе картофеля спиртовую, крахмальную продукцию.

Экстенсивная система возделывания картофеля обуславливала сельхозорганизации занимать большие посевные площади под культурой с тем, чтобы ежегодно выполнять повышенные обязательства по поставкам картофеля в общесоюзный государственный фонд. Между тем урожайность картофеля в сельхозорганизациях оставалась невысокой: почти ежегодно среднереспубликанский уровень урожайности не превышал 20 т клубней с гектара.

В постсоветский период кардинально изменились экономические взаимоотношения между бывшими союзными республиками, существенно упал экономический потенциал вновь образовавшихся самостоятельных государств. Повсталла неожиданная проблема формирования и укрепления продовольственной безопасности страны. Бывшие советские методы и приемы общесоюзного распределения сельскохозяйственной продукции оказались никому не нужными. Переход на принципы товарно-денежных (рыночных) отношений во всех сферах деятельности обусловил необходимость существенного пересмотра структуры производства. Ограниченные экономические возможности Беларуси стали оказывать влияние на поиск приоритетных отраслей в сельскохозяйственной сфере: объемы материалоемких видов продукции стали резко сокращаться. В несколько раз снизился удельный вес посевов картофеля в сельхозорганизациях республики, существенно уменьшился валовой сбор и реализация картофельных клубней. Зато в хозяйствах населения и участников садово-огородных товариществ производство картофеля оставалось стабильным: население Беларуси не отказывалось от потребления «второго хлеба».

За последние годы картофелеводческие сельхозорганизации Беларуси пытаются оптимизировать производство продукции посредством сокращения посевных площадей и повышения урожайности клубней. Безусловно, основой этой оптимизации является последовательная интенсификация отрасли, т.е. дополнительное вложение средств в расчете на каждый гектар посевных площадей культуры. В хозяйствах республики по существу нет проблем с технической оснащенностью при выполнении всех технологических процессов по возделыванию картофеля. Вместе с тем самодостаточные урожаи культуры могут быть обеспечены на легких почвах с высоким гумусным потенциалом, который обеспечивается путем системного внесения повышенных доз органических удобрений. Такие условия характерны лишь для отдельных сельхозорганизаций преимущественно центральной части республики. Это означает, что для массового производства картофеля целесообразно вводить зонирование, где почвенно-климатические условия благоприятно сочетаются с производственно-экономическими факторами. Примером может служить сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК) «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района, где на основе высокой плотности поголовья сельхозживотных ежегодно создается и рационально используется немалый потенциал органических удобрений.

Углубленное изучение интенсификации производства, ее влияние на производственно-экономические и финансовые показатели в картофелеводческой отрасли, проведено по материалам сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Агрокомбинат «Снов» Несвижского района. Следует отметить, что эта сельхозорганизация находится в регионе с благоприятными почвенно-климатическими условиями для ведения картофелеводства с потенциально высоким уровнем урожайности клубней. Наряду с этим в агрокомбинате создан устойчивый производственно-экономический потенциал для возделывания всех сельскохозяйственных культур, не исключая кар-

тофель. Обладая большой плотностью поголовья сельскохозяйственных животных, агрокомбинат «Снов» ежегодно накапливает 40–50 т навоза в расчете на каждый гектар пахотных земель, что позволяет хозяйству на картофельные плантации удваивать дозы органических удобрений. Вообще в агрокомбинате проявляется особая забота о системном повышении гумусного потенциала сельхозземель, как одного из наиболее существенных элементов комплексной интенсификации растениеводческих отраслей. Динамические изменения основных показателей производства и реализации продукции в картофелеводстве СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2016–2018 гг. можно проследить по данным табл. 2.

Таблица 2. Динамика основных производственно-экономических показателей в картофелеводческой отрасли СПК «Агрокомбинат Снов»

Показатели	Годы			2018 г. в % к 2016 г.
	2016	2017	2018	
Фактические показатели				
Посевная площадь, га	100	100	100	100,0
Валовой сбор клубней, тыс. т	6,6	5,7	5,3	80,3
Урожайность картофеля, т/га	66,0	57,2	53,3	80,8
Трудоемкость 1 т клубней, чел. ч	3,5	4,5	4,3	122,9
Реализовано клубней, тыс. т	5,2	6,0	2,0	38,5
Уровень товарности клубней, %	78,8	105,3	37,5	–41,3 п.п.
Удельные материально-трудовые затраты на 1 га посева, руб.:				
• производственные	4460	4890	5030	112,8
• полные (коммерческие)	7518	6578	7142	95,0
Себестоимость 1 т клубней, руб.:				
• производственная	68	86	94	138,2
• полная (коммерческая)	114	115	134	117,5
Базисные индексы потребительских цен, %	100	107	112,4	112,4
Скорректированные показатели				
Удельные материально-трудовые затраты на 1 га посева, руб.:				
• производственные	4460	4570	4475	100,3
• полные (коммерческие)	7518	6148	6354	84,5
Себестоимость 1 т клубней, руб.:				
• производственная	68	80	84	123,5
• полная (коммерческая)	114	107	116	101,8

Примечание: Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл. 2 показывают, что в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2016–2018 гг. ведению картофелеводческой отрасли уделялось повышенное внимание. Об этом свидетельствует, прежде всего, стабильная, значительная посевная площадь под картофелем. В хозяйстве получали высокую урожайность культуры, хотя в динамике за изучаемый период имела место тенденция снижения некоторых производственных показателей: уменьшение валового сбора за счет снижения урожайности культуры почти на 20 %; резкое сокращение уровня товарности клубней в 2018 г. Нереализованная в 2018 г. высокотоварная продукция по-видимому была продана по более выгодным ценам в следующем году.

Особое внимание необходимо обратить на системную интенсификацию картофелеводческой отрасли. Интенсификация как производственно-экономическая категория нацелена на улучшение многих принципиально важных результативных показателей. В СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2016–2018 гг. фактические материально-трудовые затраты в расчете на 1 га посевов картофеля выросли почти на 13 %. Вместе со снижением урожайности и ростом комплексных затрат в 2018 г. по сравнению с 2016 г. существенно (более, чем на 38 %) повысилась производственная себестоимость 1 т картофельных клубней. При условии корректировки стоимостных показателей на базисные индексы потребительских цен оказалось, что производственная интенсификация картофелеводства в агрокомбинате «Снов» по существу не изменилась, но вызвала существенное (на 23,5 %) повышение производственной себестоимости 1 т клубней.

Себестоимость продукции – важнейший промежуточный производственно-экономический показатель, связывающий воедино производственные, экономические и конечные финансовые результаты хозяйственной деятельности организации. Поскольку себестоимость продукции не является самоцелью, а лишь средством ее достижения лучших конечных результатов, то чрезвычайно важно проследить и оценить конечную рыночную результативность картофелеводческой отрасли в СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2016–2018 гг. Эти данные приведены в табл. 3. В целях объективной оценки табличных данных стоимостные показатели скорректированы на базисные индексы потреби-

тельских цен, что позволило элиминировать влияние инфляционных процессов на динамические показатели.

Таблица 3. Динамика основных экономико-финансовых показателей в картофелеводческой отрасли СПК «Агрокомбинат «Снов»

Показатели	Годы			2018 г. в % к 2016 г.
	2016	2017	2018	
Фактические показатели				
Выручка от продажи клубней:				
• на 1 т продукции, руб.	153	211	196	128,1
• на 1 га посева, тыс. руб.	10,1	12,1	11,2	110,9
Прибыль от продажи клубней:				
• на 1 т клубней, руб.	39	96	62	159,0
• на 1 га посева, тыс. руб.	2,6	5,5	3,3	126,9
Базисные индексы потребительских цен, %	100	107	112,4	112,4
Скорректированные показатели				
Выручка от продажи клубней:				
• на 1 т продукции, руб.	153	197	174	113,7
• на 1 га посева, тыс. руб.	10,1	11,3	10,0	99,0
Прибыль от продажи клубней:				
• на 1 т продукции, руб.	39	90	55	141,0
• на 1 га посева, тыс. руб.	2,6	5,1	2,9	111,5
Доля проданных клубней в составе:				
• выручки по растениеводству, %	17,4	21,4	8,9	-8,5 п.п.
• прибыли по растениеводству, %	9,6	18,8	7,1	-2,5 п.п.
Уровень рентабельности проданного картофеля, %	34,0	83,3	46,6	15,6 п.п.

Примечание: Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Как видно из данных табл. 3, в картофелеводстве СПК «Агрокомбинат «Снов» фактические результативные показатели были в основном положительными. При условии корректировки стоимостных показателей на базисные индексы потребительских цен некоторые экономико-финансовые результаты в 2018 г. оказались ниже, чем в 2016 г. Вместе с тем обращает на себя внимание значительный уровень денежной выручки и прибыли в расчете на 1 га картофельных посевов, что не случайно: в агрокомбинате за изучаемый период поддерживалась довольно высокая урожайность культуры. Положительная результативность работы картофелеводческой отрасли позволила иметь значительную долю денежной выручки и прибыли в структуре этих показателей по растениеводству агрокомбината. Необходимо отметить, что при надлежащем внимании к возделыванию картофеля и благоприятных рыночных условиях может обеспечиваться самодостаточный уровень рентабельности проданной продукции. Опыт работы агрокомбината «Снов» показал, что на производстве и реализации картофельных клубней можно формировать и на высоком уровне поддерживать картофелеводческий бизнес.

Заключение

Производство картофеля во всех категориях хозяйств Беларуси в расчете на душу населения за последние годы характеризуется снижающейся тенденцией. Так, если в 2014 г. на одного жителя республики приходилось в среднем 662 кг картофельных клубней, то в 2018 г. этот показатель снизился до 619 кг [7]. Хозяйства Беларуси полностью обеспечивают не только внутренний продовольственно-сырьевой рынок картофеля, но и значительные объемы продукции поставляют на экспорт, причем зарубежные поставки ее имеют тенденцию роста: с 2014 г. по 2018 г. объем экспортного картофеля вырос с 285 тыс. т до 448,2 тыс. т, или на 57 % больше [7]. Можно отметить, что за последние годы среднедушевое потребление картофеля в республике последовательно снижалось. Если в 2014 г. средний житель потреблял 177 кг картофеля и картофельных продуктов, то в 2018 г. – 170 кг, или на 4 % меньше. Надо полагать, что такое явление объясняется расширением ассортимента продуктов питания белорусского населения.

В Беларуси функционирует сеть промышленных предприятий, перерабатывающих картофельное сырье. Выпускаются разнообразные полуфабрикатные и готовые к употреблению продукты питания населения, но основная часть перерабатываемого картофеля идет на изготовление крахмала. Мировой опыт, не исключая и белорусский, в настоящее время знает великое множество приготовления разнообразных блюд из картофельных клубней: печатные источники называют цифру 500 и даже – 1000. Это свидетельствует о важности, популярности и ценности трудоемкой и материалоемкой культуры – картофеля. Что касается использования картофеля на кормовые цели, то современная практика рабо-

ты сельхозорганизаций не подтверждает какого-либо положительного эффекта при кормлении сельскохозяйственных картофельными клубнями. Неслучайно поэтому в процессе копки картофеля мелкий и некондиционный картофель во многих случаях остается несобраным на картофельных плантациях, хотя следует заметить, что у рачительного хозяина вся выращенная продукция идет в дело и приносит определенную пользу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В. Г. Аграрная экономика: термины и понятия: энцикл. справ. / В. Г. Гусаков, Е. И. Дереза. – Минск: Белорус. наука, 2008 – 576 с.
2. Карпович, В. Мировой рынок картофеля: тенденции и перспективы / В. Карпович // Аграрная экономика. – 2011 – №10 – С. 49–54.
3. Никитина, И. Перспективные направления развития рынка картофеля / И. Никитина // Аграрная экономика, 2012 – №8 – С. 40–44.
4. Шундалов, Б. М. Экономическая эффективность производства и реализации сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2017. – 245 с.
5. Шундалов, Б. М. Основные тенденции производства и факторы снижения материалоемкости сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2019. – 304 с.
6. Шундалов, Б. М. Статистика агропромышленного комплекса: учебник / Б. М. Шундалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 496 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Нац. стат. комитет РБ, 2019. – 220 с.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ

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

(Поступила в редакцию 15.10.2020)

Современные условия высокودинамичной среды функционирования предъявляют требования поиска и применения новых подходов к формированию и использованию экономического потенциала предприятий, обеспечивающих возможности выявления и использования внутренних резервов экономического роста. Важным экономическим параметром работы предприятия является оценка потенциала организационно-экономического развития. Недостаток научно обоснованных для рыночных условий хозяйствования экономических механизмов контроля и оценки экономического состояния предприятий отрасли лекарственного растениеводства снижает инвестиционную активность и конкурентоспособность субъектов хозяйствования. Это обуславливает поиск новых методов и моделей оценки потенциала организационно-экономического развития, что определяет хозяйственную самостоятельность как систему разрабатываемых управленческих воздействий на экономическое состояние и развитие лекарственного растениеводства. Все эти причины указывают на актуальность дальнейшего исследования потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства. Целью выполненного исследования выступил анализ теоретико-методологических подходов потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства и формирование методических основ его оценки и эффективного функционирования. В ходе исследования осуществлены ретроспективная оценка и систематизация теоретических и методических подходов к оценке потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства. Определено, что недостаточную проработку в исследованиях потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства получило его свойство системности, подразумевающее изучение взаимодействия и взаимного влияния системообразующих элементов. В результате исследования представлен методический подход к оценке потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства, в котором, в отличие от ранее предложенных, потенциал организационно-экономического развития лекарственного растениеводства рассматривается как система взаимосвязанных процессов вовлечения, использования и реализации производственно-технических, инвестиционных, финансовых, маркетинговых, логистических ресурсов, ресурсов инновационного развития, которые тесно взаимодействуют между собой и направлены на воспроизводство экономических ресурсов. Предлагаемый методический подход к оценке потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства основан на определении эффекта взаимодействия и взаимного влияния, выделенных основных структурных компонентов потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства – ресурсов и результатов деятельности.

Ключевые слова: потенциал, ресурсы, индекс использования, интегральный показатель потенциала.

Modern conditions of a highly dynamic environment of functioning impose requirements on the search and application of new approaches to the formation and use of economic potential of enterprises, providing opportunities for identifying and using internal reserves of economic growth. An important economic parameter of the enterprise's work is the assessment of potential of organizational and economic development. The lack of economic mechanisms for monitoring and assessing the economic condition of enterprises in the medicinal plant growing industry, scientifically grounded for market conditions of management, reduces the investment activity and competitiveness of business entities. This necessitates the search for new methods and models for assessing the potential of organizational and economic development, which determines economic independence as a system of developed managerial influences on the economic state and development of medicinal plant growing. All these reasons point to the relevance of further research on the potential for organizational and economic development of medicinal plant growing. The purpose of the study was the analysis of theoretical and methodological approaches to the potential of organizational and economic development of medicinal plant growing and the formation of methodological foundations for its assessment and effective functioning. In the course of the study, a retrospective assessment and systematization of theoretical and methodological approaches to assessing the potential of organizational and economic development of medicinal plant growing were carried out. It has been determined that in the study of potential of organizational and economic development of medicinal plant growing, its systematic property, which implies the study of interaction and mutual influence of system-forming elements, was not properly examined. As a result of the study, a methodological approach to assessing the potential of organizational and economic development of medicinal plant growing is presented, in which, in contrast to previously proposed, the potential of organizational and economic development of medicinal plant growing is considered as a system of interrelated processes of involvement, use and implementation of production, technical, investment, financial, marketing, logistics resources, resources of innovative development, which closely interact with each other and are aimed at the reproduction of economic resources. The proposed methodological approach to assessing the potential for organizational and economic development of medicinal plant growing is based on determining the effect of interaction and mutual influence, the identified main structural components of the potential for organizational and economic development of medicinal plant growing - resources and performance results.

Key words: potential, resources, index of use, integral indicator of potential.

Введение

Анализ и оценка потенциала развития лекарственного растениеводства Республики Беларусь проводятся с целью выявления факторов и условий повышения их эффективности и конкурентоспособности в долгосрочной перспективе, которые необходимо учитывать при формировании стратегии развития. Установлено, что в современных условиях, вследствие высокой конкуренции на рынке со

стороны зарубежных предприятий реализующих фармацевтическую продукцию на основе лекарственных культур, обладание высоким уровнем ресурсного потенциала является необходимым условием эффективного функционирования организаций рынка лекарственного растительного сырья.

Основная часть

Анализируя состояние лекарственного растениеводства Республики Беларусь отметим, что предприятия присутствующие на рынке лекарственного растительного сырья представляют собой разрозненные организации относящиеся к разным ведомствам и ведущие разрозненную деятельность. В настоящее время рынок лекарственного растительного сырья представлен сельскохозяйственными, крестьянско-фермерскими, акционерными обществами и другими организациями. Из них 17 организаций занимающихся выращиванием специй, ароматических, лекарственных культур, в том числе 15 крестьянско-фермерских хозяйств, одно коммунальное сельскохозяйственное унитарное предприятие и одно сельскохозяйственное предприятие; три организации занимающихся выращиванием лекарственных растений, пряно-ароматических культур; производством готовых лекарственных средств, БАДов и фиточаев из растительного сырья; девять фармацевтических организаций и семь предприятий пищевой промышленности.

Для комплексной оценки потенциала развития лекарственного растениеводства следует рассмотреть его составляющие. Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, инновационный социально ориентированный тип развития лекарственного растениеводства может быть обеспечен модернизацией традиционных и развитием высокотехнологичных производств и услуг, а также совершенствованием системы образования, науки и кадров, обеспечивающее качественное воспроизводство человеческого потенциала и эффективное его использование которые при высоком уровне их развития могут внести весомый вклад формирование отрасли [4]. В этом случае структура производственного потенциала для достижения стратегической цели может быть представлена через анализ производственно-технических ресурсов, инвестиционных ресурсов, кадровых ресурсов, ресурсов инновационного развития, финансовых ресурсов, маркетинговых и логистических ресурсов. Ресурсные составляющие могут быть оценены определенной системой показателей (табл. 1).

Таблица 1. Система показателей ресурсных составляющих потенциала развития лекарственного растениеводства

Ресурсная составляющая потенциала	Показатель оценки
Производственно-технические ресурсы	уровень загрузки производственных мощностей; износ оборудования; эффективность использования ресурсов; темп роста объема производства
Инвестиционные ресурсы	объем инвестиций в среднем на одного работника; доля инвестиций в общем объеме капитала; доля накопления основного капитала в валовой добавленной стоимости
Ресурсы инновационного развития	степень обновления технологий; темп внедрения новых технологий; степень обновления ассортимента производимой продукции
Финансовые ресурсы	финансовая устойчивость; деловая активность; рентабельность
Маркетинговые ресурсы	доля затрат на маркетинговые исследования; обеспечение послепродажного обслуживания
Логистические ресурсы	доля бизнес-процессов переданных на аутсорсинг; эффективность цепочек снабжения и сбыта

Производственно-технические ресурсы отрасли лекарственного растениеводства представляют собой уровень развития производственно-технической базы (табл. 2).

Анализ индекса использования производственно-технического потенциала показал, в 2019 году повысился уровень использование производственно-технических ресурсов лекарственного растениеводства на 0,03 п.п. Наиболее эффективно используется производственно-технический потенциал при первичной переработке специй, ароматических, лекарственных культур. Индекс использования производственно-технического потенциала при выращивании лекарственных культур снижается, при первичной переработке специй, ароматических, лекарственных культур и производстве фармацевтической продукции на основе лекарственных трав растет, однако у всех направлений деятельности уровень использование производственно-технических ресурсов остается низким, что свидетельствует о негативной тенденции старения основных средств, невысоким темпом роста объема производства, поэтому производимая продукция на устаревшем оборудовании не может в достаточной мере конкурировать не только на внешнем но и на внутреннем рынках.

Таблица 2. Уровень оценки потенциала развития лекарственного растениеводства по видам экономической деятельности

Вид экономической деятельности	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в п.п. к 2016 г.
Индекс использования производственно-технического потенциала					
Выращивание специй, ароматических культур	0,82	0,83	0,82	0,86	0,04
Выращивание лекарственных культур	0,77	0,75	0,75	0,74	-0,03
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	0,87	0,85	0,86	0,9	0,03
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	0,62	0,65	0,66	0,67	0,05
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	0,78	0,79	0,79	0,82	0,05
В целом по отрасли	0,77	0,77	0,77	0,79	0,03
Индекс использования инвестиционного потенциала					
Выращивание специй, ароматических культур	0,56	0,61	0,36	0,3	-0,26
Выращивание лекарственных культур	0,24	0,27	0,22	0,2	-0,04
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	0,41	0,47	0,41	0,36	-0,05
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	0,35	0,33	0,3	0,35	0
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	0,53	0,5	0,49	0,48	-0,04
В целом по отрасли	0,4	0,42	0,34	0,33	-0,07
Уровень инновационной активности предприятий					
Выращивание специй, ароматических культур	0,85	0,89	0,92	0,89	0,05
Выращивание лекарственных культур	0,85	0,89	0,91	0,88	0,03
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	0,94	0,96	0,97	0,94	0
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	0,94	0,98	0,98	0,99	0,05
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	1,06	1,05	1	1,04	-0,02
В целом по отрасли	0,93	0,95	0,96	0,95	0,02
Потенциал аспекта маркетинговой деятельности предприятий					
Выращивание специй, ароматических культур	1,07	1,13	1,09	1,12	0,05
Выращивание лекарственных культур	1,05	1,07	1,05	1,11	0,06
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	1,07	1,1	1,1	1,13	0,06
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	1,09	1,06	1,05	1,08	-0,01
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	1,05	1,07	1,06	1,06	0,01
В целом по отрасли	1,07	1,09	1,07	1,10	0,03
Индекс использования логистических ресурсов					
Выращивание специй, ароматических культур	0,41	0,41	0,44	0,46	0,06
Выращивание лекарственных культур	0,48	0,49	0,51	0,49	0,01
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	0,43	0,43	0,43	0,44	0,01
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	0,61	0,55	0,55	0,62	0,01
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	0,63	0,59	0,64	0,62	-0,01
В целом по отрасли	0,50	0,49	0,51	0,52	0,02

Осуществление инвестиционной деятельности является необходимым условием стабильного функционирования и развития, как предприятия, так и рынка в целом. При этом объём инвестиций не всегда влияет на эффективность их использования, для оценки эффективности использования инвестиционных ресурсов рассчитаем индекс использования инвестиционного потенциала, как среднегеометрическое между выбранными показателями, кроме того как один из факторов эффективности вводится дополнительный показатель соотношение прироста суммы инвестиций к темпу роста рентабельности. Об объёме инвестиционных ресурсов, направляемых в производство можно судить по их сумме в среднем на одного работника, доли в общем объёме капитала и в валовой добавленной стоимости. Индекс использования инвестиционного потенциала лекарственного растениеводства по видам деятельности остается на достаточно низком уровне, что характеризуется низким темпом вовлечения инвестиций в отрасль.

В целом по отрасли отмечается снижение использования инвестиционного потенциала, наибольшим инвестиционным потенциалом обладает производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав, однако его уровень снижается.

Инновационные ресурсы представляют собой качественную и количественную оценку результативности научно-исследовательской деятельности, она характеризует инновационную активность отрасли в целом. Опыт многих стран показывает, что устойчивое развитие производства и поддержание его конкурентоспособности в долгосрочной перспективе зависят не столько от ресурсных возможностей, сколько от инноваций. При этом инновации не возникают сами по себе, а являются конечным результатом инновационной деятельности, воплощенным в виде нового усовершенствован-

ного продукта, внедренного на рынке, нового усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам [2, 5].

Методика оценки инновационной активности предлагается выполнить в следующей последовательности. На первом этапе необходимо определить частные показатели, характеризующие уровень инновационной активности предприятий по виду экономической деятельности. В рамках предлагаемой методики рекомендуется проводить оценку инновационной активности организации по двум направлениям, через ресурсную и экономическую составляющую. Инновационную активность принято оценивать с помощью динамического коэффициента.

Второй этап методики предполагает использовать количественную интерпретацию факторов инновационной активности имеющих ресурсно-затратную и результативную направленность.

На третьем этапе осуществляем комплексную оценку инновационной активности. Существующее разнообразие подходов и критериев инновационной активности позволяет использовать интегральный показатель для ее оценки. Обобщая известные методики, можно прийти к выводу о целесообразности использования графического метода. На основе имеющихся количественных факторов составляющих инновационной активности строится лепестковая диаграмма, являющаяся аналогом графика в полярной системе координат и отображающая распределение значений относительно начала координат. Площадь образовавшегося многоугольника отражает уровень текущей инновационной активности организаций. Значение площади многоугольника определяется посредством нахождения площади треугольников, из которых состоит исследуемый многоугольник, при помощи следующей формулы [6]:

$$S = \frac{1}{2} \sin \frac{360}{n} (x_i \cdot x_{i+1} + x_{i+1} \cdot x_{i+2} + \dots + x_n \cdot x_i),$$

где n – количество вершин многоугольника (количество треугольников);

x_i – координата вершины многоугольника.

Уровень инновационной активности предприятий лекарственного растениеводства можно оценить как средний, наибольшим инновационным потенциалом обладают организации производящие фармацевтическую продукцию на основе лекарственных трав.

Необходимость исследования маркетингового потенциала обусловлено необходимостью обеспечения повышения эффективности производственно-сбытовой деятельностью в условиях рыночной экономики. Однако не существует единой методики оценки маркетингового потенциала, как среди зарубежных, так и среди отечественных ученых и специалистов.

Для формирования модели маркетингового потенциала и количественной оценки аспекта маркетинговой деятельности предприятий лекарственного растениеводства по видам деятельности необходимо выделить факторы формирующие потенциал, осуществить количественную оценку потенциала аспекта маркетинговой деятельности. Базовой задачей здесь является оценка будущего состояния потенциала и модель ее формирования.

В научной литературе существует несколько подходов к оценке потенциала маркетинга на предприятии. Для адекватной оценки потенциала маркетинга, следует систематизировать основные из них и сформулировать базовый количественный подход к определению маркетингового потенциала.

У различных исследователей оценка маркетингового потенциала отражает скорее существующую маркетинговую деятельность предприятия. И зависит от следующих групп факторов: факторы, определяющие внутреннее текущее состояние предприятия; наличие ресурсов развития (материальных, технологических, рыночных, финансовых и пр.); факторы влияния внешней среды; уровень развития конкурентов; уровень развития сбытовой системы и барьерные возможности; различные факторы, определяющие технологию производства и потребительские предпочтения, которые могут либо ухудшать, либо улучшать состояние маркетингового потенциала предприятия. [1, 3]. При этом предлагаемые методики носят рекомендательный характер и затрудняют количественную оценку маркетингового потенциала. Целью исследования автора является введение в научный оборот маркетингового потенциала как количественную категорию, зависящую от определенных факторов развития, с целью возможного дальнейшего применения для стратегического анализа лекарственного растениеводства. Оценка маркетингового потенциала проводилась по следующим факторам: темп роста объема продаж, темп роста количества брендов, темп роста индекса концентрации, темп роста затрат на реализацию. Потенциал аспекта маркетинговой деятельности предприятий рассчитан как среднегеометрическое факторов развития. Анализ потенциала аспекта маркетинговой деятельности предприятий рынка лекарственного растительного сырья показал, что наибольшим потенциалом обладает первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур.

Оценка маркетингового потенциала тесно связана с логистическим потенциалом. Уровень использования логистических ресурсов лекарственного растениеводства по видам деятельности (табл. 2) показывает увеличение потенциала использования логистических ресурсов при выращивании специй, ароматических культур. Наибольшим потенциалом в 2019 году обладают производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур и производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав.

Полученные интегральные коэффициенты системы показателей ресурсных составляющих потенциала развития лекарственного растениеводства отражают обобщенные показатели эффективности использования ресурсов лекарственного растениеводства.

Для комплексной оценки потенциала развития предлагается учитывать следующие коэффициенты: индекс использования логистических ресурсов (I_l); потенциал аспекта маркетинговой деятельности предприятий (P_m); индекс использования финансовых ресурсов (I_f); уровень инновационной активности предприятий (L_i); индекс использования инвестиционного потенциала (I_i); индекс использования производственно-технического потенциала (I_{cu}).

Расчет интегрального показателя потенциала развития лекарственного растениеводства определяется по формуле:

$$I_{\text{потенциала развития}} = \sqrt[6]{I_l \times P_m \times I_f \times L_i \times I_i \times I_{cu}}$$

На основании имеющихся данных был произведен расчет интегрального показателя потенциала развития лекарственного растениеводства (табл. 3), результаты которого показывают снижение потенциала развития при выращивании специй, ароматических культур, лекарственных культур, первичной переработки специй, ароматических, лекарственных культур и рост при производстве прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур.

Таблица 3. Расчет интегрального показателя потенциала развития лекарственного растениеводства

Вид экономической деятельности	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в п. п. к 2016 г.
Выращивание специй, ароматических культур	0,72	0,75	0,67	0,66	-0,06
Выращивание лекарственных культур	0,62	0,63	0,62	0,60	-0,02
Первичная переработка специй, ароматических, лекарственных культур	0,70	0,72	0,70	0,69	-0,01
Производство прочих продуктов питания с использованием лекарственных культур	0,68	0,66	0,65	0,70	0,02
Производство фармацевтической продукции на основе лекарственных трав	0,78	0,77	0,77	0,78	0,00

Вывод о выбранном типе потенциала развития лекарственного растениеводства делается на основе сравнения полученных результатов и шкалы оценки уровня развития потенциала.

Заключение

Таким образом, предложенный научно-методический подход к анализу потенциала развития лекарственного растениеводства, который включает алгоритм комплексной оценки потенциала развития лекарственного растениеводства позволяет не только качественно, но и количественно определить комплексный коэффициент потенциала, сформулировать вывод о соответствии потенциала и наметить рекомендации позволяющие повысить эффективность потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карачевская, Е. В. Инновационное развитие отрасли лекарственного и эфиромасличного растениеводства в Республике Беларусь / Е. В. Карачевская // Проблемы, факторы и особенности развития инновационной экономики: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 23 апреля 2019 г. – М., 2019. – С. 242–251.
2. Карачевская, Е. В. Моделирование и оценка экономической эффективности функционирования агрофармацевтического кластера Республики Беларусь [Текст] / Е. В. Карачевская, А. Ф. Рогачев // Modern Economy Success. – 2016. – № 1. – С. 87–110.
3. Колесник, Е. Н. Оценка маркетингового потенциала предприятия / Е. Н. Колесник // Финансы и кредит. – 2013. – № 34 (562). – С. 63 – 70.
4. Национальная Стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Одобрено протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. №10 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 09.07.2020.
5. Сергеев, В. А. Основы инновационного проектирования [Текст]: учеб. пособие / В. А. Сергеев, Е. В. Кипчарская, Д. К. Подымало; под редакцией д-ра техн. наук В. А. Сергеева. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.
6. Реутов, А. Ю. Разработка методики комплексной оценки инновационной активности организации [Текст] / А. Ю. Реутов // Инновации. – 2012. – № 5. – С. 12–19.

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИЙ В ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

М. З. ФРЕЙДИН, С. В. ШУТОВА

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

(Поступила в редакцию 20.10.2020)

В статье рассматривается инновационный потенциал отрасли растениеводства в республике. Представлен анализ созданных и переданных для использования в агропромышленном комплексе новых видов машин и оборудования для механизации процессов сельскохозяйственного производства и переработки сельскохозяйственной продукции, новых сортов и гибридов сельскохозяйственных, овощных и плодово-ягодных культур, новых технологий и технологических процессов для различных отраслей сельскохозяйственного производства, переработки растениеводческой продукции, удобрений и средств защиты растений, экономических разработок по вопросам функционирования и организации АПК. Приведены данные технологических предложений белорусских инновационных предприятий согласно классификатору Сети американского коммерческого центра трансфера технологий yet2.com и предложения белорусских инновационных предприятий согласно классификатору ЮНИДО. Рассмотрена актуальность инновационной деятельности высших учебных заведений, и как следствие повышение роли высшего образования в инновационном развитии региона и всей страны в целом (на примере УО БГСХА). Высшее учебное заведение выступает в качестве инструмента поддержки региональной экономики, поскольку именно в вузах должно происходить формирование новых идей и воспроизводство квалифицированных кадров, проводиться научные исследования и разработки, что впоследствии приведет к созданию новых видов продуктов и услуг. Сделан обзор приоритетных направлений развития растениеводства на основе прогрессивных инновационных технологий в долгосрочном периоде. Исследована взаимосвязь рынка знаний и рынка продуктов (услуг) на пересечении которых происходит формирование третьего – рынка инноваций.

Ключевые слова: растениеводство, сельскохозяйственная организация, инновационный потенциал, агропромышленный комплекс, инновационное предприятие, рынок инноваций, спрос, предложение.

The article examines the innovative potential of plant growing industry in the republic. We have analyzed new types of agricultural machines and equipment for mechanization of agricultural production and processing of agricultural products, new varieties and hybrids of agricultural, vegetable and fruit and berry crops, new technologies and technological processes for various branches of agricultural production, processing of crop products, fertilizers and plant protection products, economic developments on the functioning and organization of the agro-industrial complex. We have presented data of technological proposals of Belarusian innovative enterprises according to the classifier of the American Commercial Center for Technology Transfer Network yet2.com and proposals of Belarusian innovative enterprises according to the UNIDO classifier. The relevance of the innovative activity of higher educational institutions is considered, and as a consequence, the increasing role of higher education in the innovative development of the region and the entire country as a whole (on the example of BSAA). A higher educational institution acts as a tool to support the regional economy, since it is in universities that new ideas and the reproduction of qualified personnel should be formed, research and development should be carried out, which will subsequently lead to the creation of new types of products and services. We have made an overview of the priority directions for the development of crop production based on progressive innovative technologies in the long term. We have examined the interrelation of knowledge market and the market of products (services) at the intersection of which the third market is formed – the market of innovations.

Key words: crop production, agricultural organization, innovation potential, agro-industrial complex, innovative enterprise, innovation market, demand, supply.

Введение

На протяжении последних десятилетий в Республике Беларусь все больше внимания уделяется инновационной составляющей сельского хозяйства, 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. Имеет место использование такого понятия, как «интеллектуальная экономика» или «экономика знаний».

Развитие интеллектуальной экономики стимулируется спросом на новые инновационные продукты и услуги, а также новые знания как основу их производства. Данная тенденция усиливает взаимосвязь между развитием науки и экономическим ростом, наука активно ориентируется на потребности экономики, т.е. возрастает инновационная ориентация науки на прикладные исследования. Прикладные исследования направлены на интеллектуальное обеспечение инновационного процесса как основы социально-экономического развития современной экономики. Знания, получаемые в прикладных исследованиях, ориентированы на непосредственное использование в экономике, технологии и социальном управлении.

Таким образом, инновации в современном мире – главный фактор роста эффективности экономики. Перспективы развития экономики любой страны во многом зависят от освоения эффективных нововведений и инновации, в свою очередь они позволят достичь устойчивого развития республики, обеспечат занятость и высокий уровень жизни населения. Инновационное развитие белорусской экономики в настоящее время является несомненным приоритетом.

Изучением современного состояния и развитием инновационной деятельности в аграрной сфере Республики Беларусь занимается ряд белорусских исследователей, таких как В. Г. Гусаков, Г. И. Гануш, А. В. Пилипук, П. В. Лешиловский, В. С. Тонкович, А. В. Мозоль, В. В. Васильев, А. С. Сайганов, Т. А. Запрудская, А. Пыл, В. Н. Шимов, М. М. Ковалев, В. Чабатуль, А. Н. Русакович, И. Н. Шило, А. С. Сайганов, С. К. Карпович, А. П. Такун и др.

Вопросы коммерциализации инноваций привлекают внимание многих исследователей: Л. Н. Васильеву, И. Г. Дежину, П. Н. Завлина, Н. И. Иванову, Ю. П. Морозова, А. А. Трифилову, В. Л. Антонец, Н. В. Нечаеву, Дж. Козметского, В. И. Мухопад, Е. А. Монастырского, Я. Н. Грик.

В качестве методов исследования использовались общелогические приемы – синтез, анализ, обобщение, аналогия, индукция, дедукция, монографический анализ и метод сравнения.

Основная часть

В настоящее время создано и передано для использования в агропромышленном комплексе: новых видов машин и оборудования для механизации процессов сельскохозяйственного производства и переработки сельскохозяйственной продукции – 69; новых сортов и гибридов сельскохозяйственных, овощных и плодово-ягодных культур – более 126; породных линий и групп сельскохозяйственных животных и птицы – 13; селекционных стад сельскохозяйственных животных и птицы – 29; новых технологий и технологических процессов для различных отраслей сельскохозяйственного производства, переработки растениеводческой и животноводческой продукции – 125; удобрений и средств защиты растений – 21; ветеринарных препаратов – 19; кормов, кормовых добавок и консервантов для приготовления кормов – более 20; продуктов питания, в т.ч. детского питания – 45; экономических разработок по вопросам функционирования и организации АПК – 68 [10, с. 240–246].

Вместе с тем при всей эффективности научных поисков в области сельского хозяйства для повышения конкурентоспособности и рентабельности сельскохозяйственного производства, определяющего в целом состояние экономики страны, требуется научное осмысление и разработка новых подходов и технологий во всех отраслях. В первую очередь это создание научно обоснованного экономического механизма хозяйствования внутри страны и в области международного рыночного сотрудничества.

В условиях формирования инновационной экономики страны максимально актуальной становится инновационная деятельность высших учебных заведений, и как следствие повышается роль высшего образования в инновационном развитии региона и всей страны в целом. Высшее учебное заведение должно выступать в качестве инструмента поддержки региональной экономики, поскольку именно в вузах должно происходить формирование новых идей и воспроизводство квалифицированных кадров, проводиться научные исследования и разработки, что впоследствии приведет к созданию новых видов продуктов и услуг. Белорусская государственная орденом Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия сегодня является крупнейшим многопрофильным высшим учебным заведением агропромышленного направления среди стран СНГ и Европы.

За свою историю БГСХА подготовила более 100 000 высококвалифицированных специалистов для агропромышленного комплекса страны и других отраслей народного хозяйства. Многие из них стали видными государственными деятелями, учеными, руководителями крупных учреждений, предприятий и вносят большой вклад в развитие народного хозяйства страны. Академия за последние пять лет являлась головной организацией при выполнении научно-исследовательские работы по 14 заданиям государственных программ научных исследований. Ученые академии активно участвуют в выполнении научно-исследовательских работ по договорам с предприятиями (организациями) по разработке и внедрению в производство новых технологий, сортов, удобрений и средств защиты растений различных сельскохозяйственных машин, направленных на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Основными источниками финансирования научно-исследовательских работ являются: республиканский бюджет, средства организаций и предприятий, инновационные фонды, собственные средства. Собственные средства академии направляются на софинансирование государственных научных программ, приобретение материалов и реактивов, удобрений, средств защиты, необходимых для проведения научных исследований, использование элек-

троэнергии, применение технических средств для обработки почвы, ремонт, техническое обслуживание и поверку оборудования, патентование результатов исследований и др.

Общий объем финансирования научных исследований: в 2016 г. заключен 71 договор с оплатой на сумму 561,4 тыс. рублей, в том числе 50 договоров с предприятиями на сумму 353,3 тыс. рублей; в 2017 г. – 68 договоров с оплатой на сумму 708,3 тыс. рублей, в т. ч. 50 прямых договора с предприятиями на сумму 411,1 тыс. рублей; в 2018 г. заключен 61 договор с оплатой на сумму 1105,1 тыс. рублей, в т.ч. 39 прямых договора с предприятиями на сумму 508,6 тыс. рублей; в 2019 г. заключен 51 договор с оплатой на сумму 1165,9 тыс. рублей, в т.ч. 35 прямых договора с предприятиями на сумму 439,1 тыс. рублей. Таким образом общий объем финансирования научных исследований имеет устойчивую тенденцию к росту. За последние пять лет учеными академии создано 198 образцов научно-технической продукции [12, с. 15].

В Республике Беларусь свою деятельность в области инноваций осуществляет Республиканский центр трансфера технологий (РЦТТ). Он создан в мае 2003 г. при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, Программы развития ООН (ПРООН) и Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО). Главная цель РЦТТ – содействие сотрудничеству между разработчиками, предпринимателями и инвесторами. В базе данных РЦТТ содержатся технологические предложения белорусских инновационных предприятий согласно классификатору Сети американского коммерческого центра трансфера технологий yet2.com и предложения белорусских инновационных предприятий согласно классификатору ЮНИДО (таблица).

Обобщенные данные о технических предложениях белорусских инновационных предприятий для отрасли растениеводства за период 2015–2020 гг.

Количество предложений с возможностью использования в отрасли растениеводства, ед.	Типы технологии	Статусы прав интеллектуальной собственности	Предлагаемые формы сотрудничества
Технологические предложения белорусских инновационных предприятий согласно классификатору Сети американского коммерческого центра трансфера технологий yet2.com			
14	процесс, конструкция, машины и оборудование для сельского хозяйства собственного производства, материал	секретное know-how, эксклюзивное право, патент, зарегистрирован товарный знак	договор НИОК(Т)Р, договор на оказание услуг, совместное предприятие, лицензирование, продажа, продажа препарата потребителям, лицензионные соглашения на передачу «ноу-хау» и прав на использование товарного знака
Предложения белорусских инновационных предприятий согласно классификатору ЮНИДО			
23	процесс, конструкция, машины и оборудование для сельского хозяйства собственного производства, материал, сорт, программное обеспечение, оказание услуг	секретное know-how, зарегистрированный товарный знак, эксклюзивное право, разработка имеет know-how и защищена 8 патентами на изобретение РБ, поддерживаемыми в течение 5 лет, патент, продажа	договор НИОК(Т)Р, совместное предприятие, лицензирование, продажа

Примечание. Источник: собственная разработка на основе материалов исследования [8].

Согласно данным, приведенным в таблице, о технических предложениях белорусских инновационных предприятий для отрасли растениеводства за период 2015–2020, можно сделать вывод о невысокой активности инновационных предприятий в Республике Беларусь, заявленных разработок, согласно двум классификаторам, не более 37 за последние пять лет. Республике Беларусь создаются все условия для привлечения инвестиций в сферу аграрного бизнеса, об этом свидетельствует информация о текущей ситуации реализации инвестиционных проектов по данным Национального агентства и приватизации Республики Беларусь. Инвестор может воспользоваться широким перечнем льгот, предусмотренным для предприятий отрасли [7].

База данных дорожной карты инвестора в Республике Беларусь насчитывает не менее 50 предложений инвестиционных идей для реализации на территории республики. Географическое расположение инвестиционных идей в отрасли растениеводства представлено на рисунке.

Стратегической целью развития растениеводства в Республике Беларусь является возделывание сельскохозяйственной продукции с максимально возможным ее перечнем по видам в соответствии с природно-климатическими условиями регионов страны при применении ресурсосберегающих технологий ускоренном освоении инновационных решений (технико-технологических, организационных, экономических, экологических) и ориентации на сохранение экологической составляющей сельских

территорий для своевременного обеспечения организаций пищевой промышленности, торговых структур, населения качественным сырьем и продуктами питания при минимальном уровне их себестоимости на принципах импортозамещения материальных ресурсов.

В соответствии с Доктриной национальной продовольственной безопасности Республика Беларусь до 2030 года предусматривается производство сельскохозяйственной продукции в следующих объемах: зерно – 11500 тыс. т, картофель – 6000 тыс. т, овощи – 1900 тыс. т, плоды и ягоды – 580 тыс. т [6, 5. с. 69–74].

Перечень инвестиционных идей для инвестирования в отрасли растениеводства сельского хозяйства Республики Беларусь: производство элитных семян; организация выращивания грибов; выращивание клюквы и ее последующая шоковая заморозка и т.д.

Приоритетными направлениями развития растениеводства на основе прогрессивных инновационных технологий в долгосрочном периоде должны стать:

— разработка новых доноров и генисточников с повышенной устойчивостью к биофакторам, высокими продуктивностью, качеством продукции и другими ценными признаками;

— микробный потенциал агроценозов для обеспечения конкурентоспособности продукции;

— применение методов фитосанитарной диагностики и определения численности вредных и полезных организмов с целью прогноза и упреждения чрезвычайных фитосанитарных ситуаций с использованием информационных, коммуникационных технологий и компьютерных программ;

— использование принципиально новых биологических средств защиты растений узкоспециализированного действия, биологически активных соединений и химических средств небииоцидной природы;

— постоянное совершенствование интегрированных систем защиты растений путем рационального применения химических средств их защиты и расширения использования биологических методов;

— создание современной техники с использованием роботизированных систем для реализации высокоэффективных технологий для посева, внесения удобрений, защиты растений на основе программирования урожая, использования элитных семян, средств защиты растений, обеспечивающих снижение потерь продукции и повышение ее качества.

Таким образом, проведенное исследование показало, что существует предложение на рынке инноваций, инновационные предприятия готовы не только продавать разработки в аграрной сфере, но и сотрудничать, создавая совместные инновационные предприятия, а также в республике создаются все условия для привлечения инвестиций в сферу аграрного бизнеса. Для успешного и эффективного использования инновационного потенциала необходимо шире развивать рыночные отношения, которые бы способствовали, с одной стороны, развитию предложения и стимулированию спроса. Рынок инноваций представляет собой совокупность организационно-экономических отношений, возникающих в процессе обмена результатами инновационной деятельности, и согласование интересов его участников — продавцов (создателей объектов инновационного продукта) и потребителей (покупателей) по ценам, сроками и масштабам такого обмена.

Товаром рынка является инновация, т.е. результаты интеллектуальной деятельности, которые могут быть представлены: в овеществленной форме (в виде готовых экспериментальных разработок товаров, техники, оборудования, агрегатов, опытных установок, инструментов, технологических линий и т.д.); в неовеществленной форме (данные научно-исследовательских, проектно-конструкторских, технологических работ в виде аналитического отчета, обобщающего описание способа, конструкторской и технической документации); в виде знаний, опыта, консультирования, маркетинга, проектного управления, инжиниринга и других научно-практических услуг, связанных с сопровождением и обслуживанием инновационной деятельности; патентов и лицензий на право применения интеллекту-

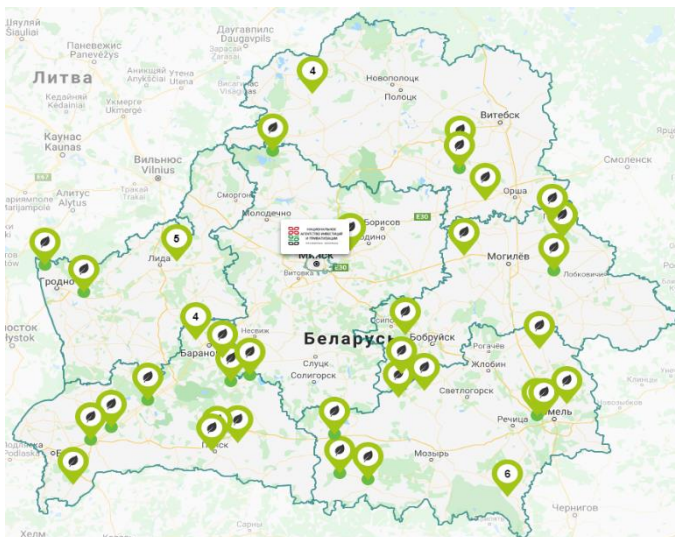


Рис. Географическое расположение инвестиционных идей

Примечание. Источник: Данные [7].

альных продуктов. Инновация становится продуктом на определенной стадии процесса «идея – рынок», когда осознана реальная возможность коммерциализации идеи, проведена экспертиза, определены возможные области применения, и только тогда инновация является объектом купли-продажи.

В условиях экономики знаний следует говорить о появлении рынка знаний. Знание представляет собой некую самостоятельную сущность, которую можно передавать от одного лица к другому, хранить и т. п. Знание может продаваться и покупаться, как продаются и покупаются продукты и услуги. На стыке двух рынков – рынка продуктов и услуг и рынка знаний появляется третий – рынок инноваций (рис. 2).

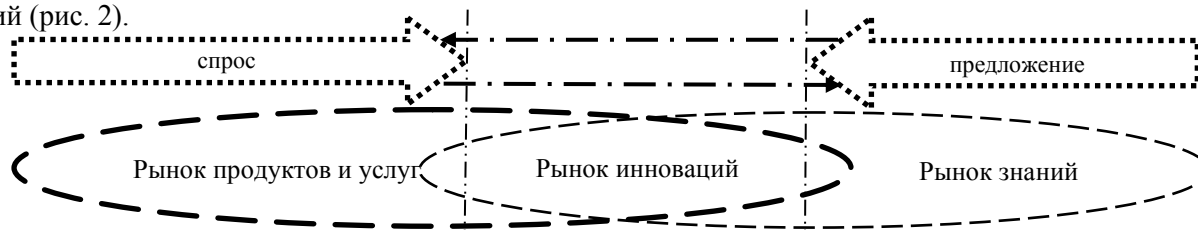


Рис. 2. Взаимосвязь рынка знаний и рынка продуктов и услуг
Примечание. Источник: собственная разработка на основе материалов исследования [11].

В каждом конкретном случае толчком к инновационному развитию может преобладать либо научный фактор (порождение инноваций от новых, зачастую фундаментальных, знаний) либо рыночный (толчок инновации дает запрос рынка, или спрос). Специфика инновационной деятельности в том, что предложение, как правило, является ведущим, а спрос следует за ним. В Республике Беларусь в настоящее время сформировалось предложение инновационных разработок в аграрной сфере, о чем свидетельствует проведенное исследование. Вследствие этого потребителям инновационного продукта следует навязывать новшества. Конкурентоспособность инновационных продуктов — необходимое условие для реализации на рынке.

Емкость рынка инноваций определяется платежеспособным спросом потенциальных покупателей, а предложение зависит от количества и мощности инновационных организаций. На национальный рынок инноваций продукта оказывают постоянное воздействие конъюнктурные факторы, к которым относятся состояние научно-технического потенциала и производственной сферы, экономико-политические условия реализации конкретных объектов инновационной деятельности на рынке. На основе национальных рынков экономически развитых стран складывается мировой рынок инноваций. Коммерческий обмен различными объектами инновационного продукта осуществляется на рынке инноваций. Рынок инноваций представляет собой совокупность организационно-экономических отношений, возникающих в процессе обмена результатами инновационной деятельности и согласования интересов его участников по ценам, срокам и масштабам такого обмена. Специфика рынка инноваций состоит в продвижении различных типов новшеств для практического использования посредством коммерческого и некоммерческого обмена между его участниками. Посредством некоммерческого обмена передаются знания научно-технического, информационного, рекламного, технического характера, предназначенные для обучения и подготовки специалистов определенных отраслей экономики, что позволяет анализировать перспективу развития науки, техники, производства и сбыта. Основной поток передачи инноваций в некоммерческой форме приходится на информацию о фундаментальных научных исследованиях, научных открытиях и незапатентованных изобретениях. Основными формами обмена (передачи) инноваций на коммерческой основе может быть продажа инноваций в материальном виде, патентов, лицензий, совместное проведение НИОКР и научно-производственная кооперация, инжиниринг (инжиниринговые услуги), франчайзинг. Коммерческая передача инновации оформляется в виде соответствующего договора (лицензионного, о совместном производстве, о купле-продаже, о научно-техническом содружестве).

Заключение

Таким образом, проведенный анализ инновационного потенциала отрасли растениеводства в Республике Беларусь позволяет получить следующие результаты:

1. Дана характеристика инновационного потенциала отрасли растениеводства. В результате исследований нами установлено, что работа по возделыванию сельскохозяйственной продукции с максимально возможным ее перечнем по видам в соответствии с природно-климатическими условиями регионов страны при применении ресурсосберегающих технологий ускоренном освоении инновационных решений имеет следующие недостатки: а) имеет слабую координацию подразделений и служб при осуществлении инновационной деятельности; б) характеризуется низким уровнем контактов и

связей с потребителями инноваций, научными организациями и учреждениями; в) имеет недостаточный уровень собственного финансирования и квалифицированных кадров в сельскохозяйственных инновационно-активных предприятиях; г) минимальный уровень цифровизации и внедрении IT-технологий в отрасли растениеводства.

2. Определены основные критерии развития растениеводства в краткосрочном периоде и направления развития растениеводства на основе прогрессивных инновационных технологий в долгосрочном периоде.

3. Государство активно поддерживает предприятия, работающие в сельском хозяйстве, об этом свидетельствует база данных дорожной карты инвестора в Республике Беларусь, которая насчитывает не менее 50 предложений инвестиционных идей для реализации на территории республики, что в том числе подтверждает необходимость формирования организационно-экономического механизма коммерциализации инноваций, который необходим для координации выполнения всех этапов инновационного процесса, включая финансирование и действенный контроль.

4. В условиях экономики знаний следует говорить о появлении рынка знаний. Знание представляет собой некую самостоятельную сущность, которую можно передавать от одного лица к другому, хранить и т. п. Знание может продаваться и покупаться, как продаются и покупаются продукты и услуги. На стыке двух рынков – рынка продуктов и услуг и рынка знаний появляется третий – рынок инноваций. Специфика рынка инноваций состоит в продвижении различных типов новшеств для практического использования посредством коммерческого и некоммерческого обмена между его участниками.

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. Гануш, Г. И. Условия и факторы развития в Республики Беларусь органического сельского хозяйства / Г. И. Гануш, В. В. Липницкая, З. Г. Близнюк // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции (Минск, 25–26 мая 2017 г.) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [и др.] ; ред.: Г. И. Гануш [и др.]. – Минск, 2017. – С. 121–127.

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, В. Г. Методические основы экономической оценки результатов научных исследований и разработок в АПК / В. Г. Гусаков // Вести национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2008. – №2. – С. 5–12.

5. Гусаков, В. Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее / В. Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2019. – № 6. – С. 69–74.

6. 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.

7. Национальное агентство инвестиций и приватизации Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.investinbelarus.by/focus-industries/agriculture/>. – Дата доступа: 10.09.2020.

8. Республиканский центр трансфера технологий [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ictt.by/rus/Default.aspx?tabid=1117/>. – Дата доступа: 10.09.2020.

9. Русакович, А. Н. Зарубежный опыт поддержки формирования и использования инвестиционно-инновационного потенциала аграрного сектора экономики / А. Н. Русакович // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 24–25 окт. 2019 г.): в 2 ч.; редкол.: И. Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2019. – Ч. 2. / С. 310–312.

10. 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. Четчин (гл. ред.) [и др.]. – Щецин-Горки, 2020. – С. 240–246.

11. Сатторкулов, О. Т. Рынок инноваций и его структура / О. Т. Сатторкулов, К. У. Рахматов // Молодой ученый. – 2017. – № 14 (148). — С. 435–437.

12. Тибец, Ю. Л. Научно-исследовательская и инновационная деятельность / Ю. Л. Тибец, А. Н. Иванистов. – Вестник БГСХА. – 2020. – Юбилейный выпуск к 180-летию БГСХА. – С. 15–19.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.2.031

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЯНОГО ТРАВСТОЯ

Н. И. ПЫЛЫПИВ, А. Г. ДЗЮБАЙЛО

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН,
с. Оброшино, Украина, 81115, e-mail: nataliya_pylypiv@ukr.net

(Поступила в редакцию 08.05.2020)

Приведены результаты исследований по изучению влияния минерального и биолого-минерального удобрения на формирование кормовой продуктивности сеяного бобово-злакового травостоя, а также его ботанического и видового состава. Установлено положительное влияние стимулятора роста органик-баланс и полного минерального удобрения N₆₀P₆₀K₉₀ на развитие и сохранение в травостое ценных видов как злаковых, так и бобовых трав.

Многолетние бобово-злаковые травосмеси играют основную роль в обеспечении животноводства полноценными высокобелковыми кормами: зелеными, сеном, сенажом, силосом, травяной мукой, гранулами и т. д.

Бобово-злаковые травостои менее требовательны к азотным удобрениям, содержат больше протеина, макро- и микроэлементов, лучше стравливаются скотом в более поздние фазы развития. Бобовые травы содержат эстрогены, которые положительно влияют на привес живой массы и оплодотворённость коров. Однако бобовые компоненты (особенно клевер луговой) выпадают уже через 2–3 года из травостоя, а при стравливании вызывают заболевание скота на тимпанию. Наиболее продуктивным оказался агрофитоценоз, состоящий из плевела лугового, тимофеевки луговой, ежи сборной, клевера лугового и лядвенца розатого, при удобрении полными минеральными удобрениями N₆₀P₆₀K₉₀ и дополнительной внекорневой подкормкой органик-балансом по 0,2 л/га. На этом бобово-злаковом травостое получено по 12,7 т/га сухого вещества, что на 7,1 т/га или 44,1 % больше по сравнению с контрольным вариантом.

Ключевые слова: агрофитоценоз, удобрение, сбор сухой массы, органик-баланс, ботанический состав.

We have presented results of research into the influence of mineral and biological-mineral fertilizers on the formation of fodder productivity of sown legume-cereal herbage, as well as its botanical and species composition. The positive effect of organic-balance growth stimulator and the complete mineral fertilizer N₆₀P₆₀K₉₀ on the development and preservation of valuable species of both cereals and legumes in the herbage has been established.

Perennial legume-cereal grass mixtures play a major role in providing livestock breeding with high-grade high-protein feed: green feed, hay, haylage, silage, grass flour, granules, etc.

Legume-cereal grasses are less demanding on nitrogen fertilizers, contain more protein, macro- and microelements, and are better grazed by livestock in later stages of development. Legumes contain estrogens, which have a positive effect on body weight gain and fertility in cows. However, leguminous components (especially meadow clover) fall out of the herbage after 2–3 years, and when grazed, they cause tympanic disease of cattle. The most productive was the agrophytocenosis, which consisted of meadow chaff, timothy grass, cock's-foot (*Dactylis glomerata*), meadow clover and bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus*), when fertilized with full mineral fertilizers N₆₀P₆₀K₉₀ and additional foliar feeding with organic-balance in the amount of 0.2 l/ha. On this legume-cereal grass stand, 12.7 t/ha of dry matter was obtained, which is 7.1 t/ha, or 44.1 % more than in the control variant.

Key words: agrophytocenosis, fertilizer, dry matter collection, organic-balance, botanical composition.

Введение

Кормовая база большинства аграрных формирований состоит в основном из кормов низкой питательной ценности, которые из-за недостаточного содержания переваримого протеина и других соединений не способствуют обеспечению потенциальной продуктивности сельскохозяйственных животных [1, 3, 11].

Известно, что сено лугов и зелёная трава пастбищ являются полноценными кормами, богатыми на переваримый протеин, минеральные вещества, микроэлементы и витамины. Такие корма лучше поедаются животными, а также обеспечивают более высокую урожайность и кормовую питательность по сравнению с травами одновидовых травостоев полевых севооборотов. Это имеет большое значение для оздоровления животных [8, 12, 15, 16].

Считается, что тот травостой, в составе которого есть не только злаковые, но и бобовые травы, наиболее полно отвечает потребностям скота. Такой травостой богат необходимыми питательными веществами, особенно протеином, жиром и минеральными солями [7, 11, 12, 17]. В нём также содержится полезное разнотравье, которое в количестве до 15 % не ухудшает качества корма. И в смешанных травостоях лучше, чем в одновидовых посевах сохраняются наиболее ценные по питательности листья бобовых трав [17; 21].

Использование бобово-злаковых травосмесей способствует увеличению сбора кормовых единиц на 25–30 %, переваримого протеина – на 30–40 % по сравнению с одновидовыми посевами [3, 12, 13]. При этом белок травосмесей сбалансированный по аминокислотам и почти на 80 % усваивается животными [3, 8]. Также травосмеси обеспечивают высшую урожайность и питательную ценность, характеризуются продуктивным долголетием и устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям [6; 22].

В зелёной массе злаковых трав при подкормке их азотными удобрениями повышается содержание нитратного азота, снижается уровень сахаров и микроэлементов. Злаковые травы содержат по сравнению с бобовыми меньше калия, фосфора и кальция, но больше азота, которым их частично обеспечивают бобовые [21, 16].

Многолетние травы в биологическом земледелии играют важную роль в структуре посевных площадей, а также в решении проблемы кормового белка. Главной особенностью многолетних трав является их долговечность, быстрое вегетативное возобновление после скашивания, высокая адаптивность к условиям выращивания и повышение плодородия почвы [1, 2].

Основная часть

Полевые исследования проводили на экспериментальной базе отдела кормопроизводства Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН, на серых лесных глееватых легкосуглинистых на лесовидных суглинках почвах.

По данным агрохимического обследования, пахотный слой (0–20 см) почвы характеризуется следующими физико-химическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 3,81 %, pH_{KCl} – 4,87, гидролитическая кислотность (Нг) – 3,33, сумма поглощённых оснований (Ca + Mg) – 6,7 мг-экв/100 г почвы, азот легкогидролизуемый (по Корнфилду) – 86,8, фосфор подвижный (P_2O_5) (по Чирикову) – 74,0, калий обменный (K_2O) (по Чирикову) – 80,0 мг/кг почвы. Опыты проводили по методике Института кормов и сельского хозяйства Подолья [19], учёт урожая – путём скашивания и взвешивания зелёной массы с учётной площади. Урожайные данные обрабатывали дисперсионным анализом (В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько и др.) [18].

Определение видового, ботанического состава, структуры урожая и плотности травостоя проводили путём отбора образцов зелёной массы с участков каждого варианта по 0,25 м² из первого и третьего повторений, которые разделяли на ботанико-хозяйственные группы: злаки, бобовые, разнотравье. В отобранных образцах тех же групп определяли плотность травостоя путём подсчёта количества побегов на 1 м². Выход сухого вещества рассчитывали путём естественного высушивания зелёной массы весом 2 кг до постоянного веса.

Условия погоды в годы проведения исследования были типичными для Западной Лесостепи Украины, хотя наблюдались некоторые отклонения температурного режима и количества осадков на протяжении вегетации многолетних трав в сравнении с многолетними показателями.

Так, в апреле 2018 г. температура воздуха была на 6,3 °С выше средней многолетней и выпало на 29,4 мм осадков меньше нормы. Такая же картина наблюдалась в мае и июне.

Метеорологические условия вегетационного периода 2019 г. характеризовались ранним и стремительным нарастанием тепла. Уже с I декады марта среднесуточные температуры воздуха пересекли отметку в 5,2 °С. Увеличение температурных показателей на 2,6–6,9 °С по сравнению со средними многолетними наблюдалось также в апреле, мае и июне. Относительно осадков, то в марте их выпало лишь 45 % от нормы, а в первой декаде июня их совсем не было. Повишенным температурным режимом и неравномерным распределением осадков характеризовались и последующие месяцы вегетационного периода 2019 г. Всё это отрицательно сказалось на урожае травостоя. Исследования проводили в двухфакторном опыте: фактор А – удобрения, фактор Б – внекорневая подкормка препаратом органик-баланс.

Площадь посевного участка 42 м², учётного – 25 м². Повторность опыта четырёхкратная.

Агротехника на опытном участке была общепринятой для выращивания сеяных многолетних трав в зоне Предкарпаття. Травосмесь, состоящую с ежи сборной (6 кг/га), плевела лугового (10 кг/га),

тимофеевки луговой (6 кг/га), клевера лугового (5 кг/га) и люцерны сизой (4 кг/га), высевали летним беспокровным посевом сеялкой СН-1,5.

Ранней весной бобово-злаковой травостой первого и второго года использования подкармливали минеральными удобрениями согласно схеме опыта (табл. 1). Из минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, гранулированный суперфосфат и хлористый калий.

Внекорневую подкормку травостоя органик-балансом проводили в фазе кущения злаков. Убирали травосмесь на сено в начале цветения клевера лугового.

В среднем за 2018–2019 гг. сформированный луговой травостой обеспечил на контрольном варианте (без удобрения) за три укоса 5,6 т/га сухого вещества. Внесение ранней весной фосфорно-калийных удобрений с расчёта $P_{60}K_{90}$ дало возможность повысить урожай сенокосного травостоя до 9,9 т/га сухого вещества, что на 4,3 т/га или 76,8 % больше по сравнению с контролем. Внесение азота с расчёта N_{30-60} на фоне фосфорно-калийных удобрений ($P_{60}K_{90}$) увеличивало сбор сухого вещества с единицы площади по сравнению с контролем на 5,3–6,1 т или на 94,6–108,9 %.

Положительное влияние на урожайность сеяного травостоя, как показали наши исследования, имеет внекорневая подкормка биопрепаратом органик-баланс. Если на контрольном варианте (без удобрений) сбор сухого вещества составил 5,6 т/га, то при внекорневой подкормке биопрепаратом он повысился до 6,0 т/га или на 7,1 %. На фоне минеральных удобрений привес от внекорневой подкормки также колебался от 0,4 до 1,0 т/га или от 3,7 до 8,6 %.

В среднем за 2018–2019 гг. наиболее продуктивным оказался травостой при удобрении полными минеральными удобрениями из расчёта $N_{60}P_{60}K_{90}$ и дополнительной внекорневой подкормкой биопрепаратом органик-баланс по 0,2 л/га. На этом варианте получено 12,7 т/га сухого вещества, что на 7,1 т/га или 44,1 % больше по сравнению с контролем.

Урожайность сухого вещества сеяного травостоя в зависимости от вида удобрений (2018–2019 гг.)

Варианты опыта	Урожай сухого вещества, т/га	Привес сухого вещества от удобрений			
		NPK		органик-баланс	
		т/га	%	т/га	%
контроль	5,6	–	–	–	–
контроль + органик-баланс	6,0	–	–	0,4	7,1
$P_{60}K_{90}$	9,9	4,3	76,8	–	–
$P_{60}K_{90}$ + органик-баланс	10,5	–	–	0,6	6,1
$N_{30}P_{60}K_{90}$	10,8	5,3	94,6	–	–
$N_{30}P_{60}K_{90}$ + органик-баланс	11,2	–	–	0,4	3,7
$N_{60}P_{60}K_{90}$	11,7	6,1	108,9	–	–
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + органик-баланс	12,7	–	–	1,0	8,6

Ботанический и видовой состав травостоя – один из важных показателей качества корма, его биологической полноценности, стабильности урожая и долголетия травостоя. От этого зависит питательность кормовой массы, её поедаемость и переваримость [5, 14].

Значительное влияние на динамику ботанического состава агрофитоценоза имеет интенсивность его использования. При частом скашивании выпадают из травостоя прежде всего высокорослые многолетние травы, однолетние и двухлетние растения, которые не успевают осемениться [4, 14]. Исследованиями И. П. Мининой [20] установлено, что важным условием устойчивости агроценоза является замена малолетних сеяных трав более долголетними, которые в дальнейшем составляют основание культурного формирования.

Многочисленными исследованиями отечественных ученых установлено, что видовой состав сформированных агрофитоценозов не является постоянным, он изменяется в зависимости от состава травосмесей и почвы, на которой их выращивают, погодных условий, системы удобрения, ухода и длительности их использования [5, 12, 22]. За этим показателем возможно определять взаимоотношения видов в агрофитоценозах, конкурентоспособность отдельных из них, соотношение бобовых и злаковых растений, долголетие травостоя [7]. Учитывая то, что ботанический состав – важный показатель формирования фитомассы и качества корма, необходимо улучшать его за счёт продуктивных злаковых и бобовых трав. Бобовые многолетние травы (клевер луговой, люцерна рогатая) в составе травосмесей за счёт азотфиксации в зоне достаточного увлажнения имеют возможность накапливать в урожае до 60–120 кг/га азота [21]. По данным ВНИИ кормов после 3–4-летнего использования травосмесей почвы обогащаются на 210–250 кг/га азотом, а за счёт корневой массы образуется 7–12 т/га гумуса, что по содержанию азота идентично 40–50 т/га навоза [9, 10, 21]. Наш бобово-злаковый травостой в среднем за вегетационный период 2018 и 2019 гг. состоял на 35–85 % с злакового и на 20–50 % бобового компонентов.

Как показали наши исследования, в среднем за вегетационный период наиболее высокий процент злаковых трав (72,7 %) был в агрофитоценозе при удобрении его полными минеральными удобрениями с расчёта $N_{60}P_{60}K_{90}$. Наибольший процент бобовых трав (47,3 %) наблюдался на агрофоне фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{90}$ (рисунок).

При внесении минеральных удобрений в сочетании с внекорневой подкормкой органик-балансом наибольший процент злаковых трав (73,5 %) в бобово-злаковом травостое наблюдался на варианте с основным удобрением полными минеральными удобрениями $N_{60}P_{60}K_{90}$, бобовых же трав (48,1 %) наиболее зафиксировано на варианте с фосфорно-калийными удобрениями ($P_{60}K_{90}$).

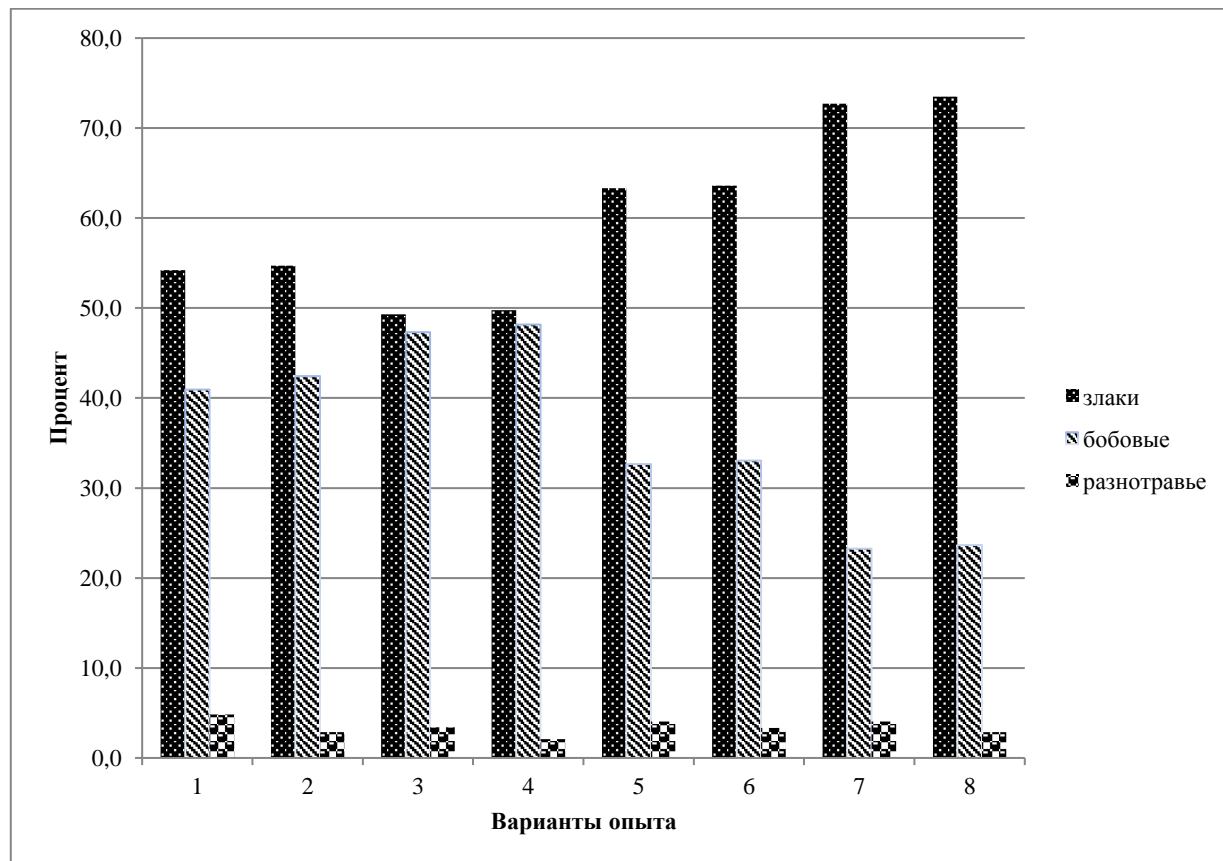


Рис. Ботанический состав травостоя

Разнотравье, которое появилось в сеянном агрофитоценозе (одуванчик лекарственный, горошек мышиный, ромашка, подорожник, осот полевой и т. д.), с увеличением его участия в травостое может иметь отрицательное значение, так как оно снижает урожайность зеленой массы и ухудшает её качество. Но полезное разнотравье может и улучшать качество корма за счёт повышения поедаемости травяной массы, если его содержание не превышает 5–10 % [4].

В наших опытах наибольшее содержание разнотравья (4,8 %) наблюдалось на контрольном варианте (без удобрения). Наблюдалась тенденция положительного влияния применения биопрепарата органик-баланс на формирование сеяного агрофитоценоза, внесения минеральных удобрений совместно с биопрепаратом на рост и развитие составляющих травосмеси.

Заключение

1. Таким образом, внесение полных минеральных удобрений совместно с внекорневой подкормкой является важным и быстродействующим резервом увеличения урожая и улучшения качества сеяных многолетних бобово-злаковых травосмесей.

2. Наиболее продуктивной оказалась травосмесь, состоящая с плевела лугового, тимофеевки луговой, ежи сборной, клевера лугового и лядвенца рогатого при удобрении полными минеральными удобрениями $N_{60}P_{60}K_{90}$ и дополнительной внекорневой подкормкой биопрепаратом органик-баланс по 0,2 л/га. При таком подборе многолетних трав и их удобрении можно получить до 12,7 т/га сухого вещества, что на 7,1 т/га или 44,1 % больше по сравнению с контролем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агробіологічне обґрунтування поліпшення продуктивності природних кормових угідь / Я. І. Машак [та ін.] // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2012. – Вип. 54, ч. I. – С. 40–45.
2. Агроєкологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолюк [та ін.]. – Львів, 2013. – 304 с.
3. Бабич, А. О. Проблема кормового білка і шляхи її вирішення в регіонах / А. О. Бабич, А. А. Побережна // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб. – 2001. – Вип. 43 (I). – С. 11–15.
4. Бадамшина, Е. Ю. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество сена бобово-злакового агрофитоценоза / Е. Ю. Бадамшина // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1 (93). – С. 13–15.
5. Ботанічний склад травостою залежно від обробітків ґрунту та удобрення / Я. І. Машак [та ін.] // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2010. – Вип. 52 (I). – С. 70–79.
6. Волошин, Д. В. Изменение климата: экономика-экологические проблемы / Д. В. Волошин. – Одесса, 2007. – 308 с.
7. Дзюбайло А. Г., Стеців М. В., Лагуш Н. І. Продуктивність багаторічних бобових трав і бобово-злакових травосумішок у кормовій сівозміні Передкарпаття. Корми і кормовиробництво. К. : Аграрна наука. 1999. Вип. 46. С. 102–106.
8. Драганов, И. Ф. Кормление животных / И. Ф. Драганов, Н. Г. Макарецов, В. В. Калашников. – М.: РАГУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. – 341 с.
9. Екологічні проблеми землеробства / [І. Д. Примаць, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей та ін.]. – К., 2010. – 456 с.
10. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.
11. Квітко, Г. П. Науково-методологічні аспекти оцінки продуктивності кормових культур / Г. П. Квітко, В. Ф. Петриченко, Н. Я. Гетман // Збірник наукових праць ВДАУ. – 2009. – Вип. 39, т. 1. – С. 73–84.
12. Козляр, О. М. Підбір одновидових і змішаних посівів багаторічних трав для створення високопродуктивних сіножатей в умовах Правобережного Лісостепу України / О. М. Козляр // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – № 48. – С. 216.
13. Кормопроизводство / Н. В. Парахин, И. В. Горбачев, Н. Н. Лазарев [и др.]. – М.: Бибком, Транслог, 2015. – 384 с.
14. Кургак, В. Г. Динаміка ботанічного складу травостоїв на суходолах Лівобережного Лісостепу / В. Г. Кургак, В. М. Товстошкур // Землеробство. – 2010. Вип. 82. – С. 119–129.
15. Кургак, В. Г. Лучні агрофітоценози / В. Г. Кургак. – К.: ДІА, 2010. – 376 с.
16. Лихочвор, В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко / Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
17. Машак, Я. І. Продуктивність злаково-бобових травосумішок залежно від удобрення та їх складу в умовах Західного Лісостепу України / Я. І. Машак, І. Л. Тригуба // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2009. – Вип. 51 (I). – С. 119–126.
18. Методика польового дослідження (Зрошувальне землеробство): навч. посіб. / В. О. Ушкаренко [та ін.]. – Херсон, 2018. – 448 с.
19. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / УААН, Інститут кормів УААН; під ред. А. О. Бабича. – Вінниця: [б. в.], 1994. – 88 с.
20. Минина, И. П. Луговые травосмеси / И. П. Минина. – М.: Колос, 1972. – 287 с.
21. Савченко, В. О. Формування продуктивності бобів кормових в умовах Правобережного Лісостепу / В. О. Савченко // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 9. – С. 65–68.
22. Яхтанигова, Ж. М. Влияние минеральных, органических и микробиологических удобрений на агрохимические показатели почвы и на развитие растений / Ж. М. Яхтанигова, А. Х. Занилов // Научное обозрение. – 2015. – № 6. – С. 14–19.

ПРОДУКТИВНОСТЬ САФЛОРА ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

А. И. ПОЛЯКОВ, О. Ю. АЛИЕВА

Институт масличных культур НААН
пос. Солнечный, Украина, 69093, e-mail: a.i.polyakov030363@gmail.com

(Поступила в редакцию 13.05.2020)

Сафлор является пластичной к экстремальным экотипичным условиям культурой. Однако вопрос о применении удобрений и микропрепаратов под сафлор еще недостаточно изучен. В связи с этим исследование влияния элементов технологии выращивания, таких как минеральное питание, применение регуляторов роста и сортовые особенности на продуктивность посевов и качество семян сафлора, в конкретных почвенно-климатических условиях актуальны. Целью исследований было установление зависимости показателей элементов продуктивности и уровня урожайности сортов сафлора от дополнительного минерального питания и применения регуляторов роста. Представлены основные результаты исследований за 2017–2019 гг. по изучению влияния дополнительного минерального питания и применения препаратов на продуктивность сортов сафлора. Наибольшее влияние на увеличение показателей элементов структуры урожая, таких как количество семян на растении, вес семян на растении и масса 1000 семян оказало применение минеральных удобрений и в меньшей степени обработка посевов регуляторами роста. В зависимости от фона минерального питания и варианта применения регуляторов роста уровень урожайности сафлора сорта Живчик находился в пределах 1,46–1,71 т/га, сорта Добрыня 1,55–1,85 т/га. Прибавка от применения минеральных удобрений составила: для сорта Живчик 0,11–0,17 т/га, для сорта Добрыня 0,17–0,22 т/га. Под влиянием применения препаратов урожайность сафлора выросла на: 0,05–0,12 т/га у сорта Живчик и 0,03–0,11 т/га у сорта Добрыня. Наибольшая урожайность сафлора сорта Живчик – 1,71 и 1,70 т/га и сорта Добрыня – 1,84 и 1,85 т/га получены на фоне внесения минеральных удобрений в дозе N₆₀P₅₀ под основную обработку почвы с применением препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличный и Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий.

Ключевые слова: сафлор, сорт, минеральное удобрение, регулятор роста, элемент продуктивности, урожайность.

Safflower is a crop adapted to extreme ecotypical conditions. However, the question of the use of fertilizers and micro-preparations for safflower cultivation has not yet been sufficiently studied. In this regard, it is relevant to study the influence of elements of cultivation technology, such as: mineral nutrition, the use of growth regulators and varietal characteristics – on the productivity of crops and the quality of safflower seeds, in specific soil and climatic conditions. The aim of research was to establish the dependence of indicators of productivity elements and the level of productivity of safflower varieties on additional mineral nutrition and the use of growth regulators. We have presented the main results of research during 2017–2019 into the influence of additional mineral nutrition and the use of drugs on the productivity of safflower varieties. The greatest influence on the increase in the indicators of crop structure elements, such as the number of seeds per plant, the weight of seeds per plant and the weight of 1000 seeds, was exerted by the use of mineral fertilizers and, to a lesser extent, the treatment of crops with growth regulators. Depending on the background of mineral nutrition and the option of using growth regulators, the yield level of safflower variety Zhivchik was in the range of 1.46–1.71 t/ha, variety Dobrynia – 1.55–1.85 t/ha. The increase from the use of mineral fertilizers was: 0.11–0.17 t/ha for Zhivchik variety, 0.17–0.22 t/ha for Dobrynia variety. Under the influence of the use of preparations, the yield of safflower increased by: 0.05–0.12 t/ha for the Zhivchik variety and 0.03–0.11 t/ha for the Dobrynia variety. The highest yield of safflower variety Zhivchik – 1.71 and 1.70 t/ha and variety Dobrynia – 1.84 and 1.85 t/ha were obtained against the background of application of mineral fertilizers at a dose of N₆₀P₅₀ for the main tillage with the use of preparations Rost-concentrate + Chelatin oil and Chelatin mono boron + Chelatin phosphorus-potassium.

Key words: safflower, variety, mineral fertilizer, growth regulator, productivity element, yield.

Введение

Сафлор – растение, важной биологической особенностью корневой системы которого является способность хорошо усваивать из почвы микро- и макроэлементы. Даже на бедных почвах сафлор способен получать достаточное количество питательных элементов для формирования биологической массы [1]. Уровень потребления элементов питания сафлора зависит от многих факторов, которые в первую очередь связаны с природно-климатическими условиями и генетическими особенностями сортов [4, 7, 8].

Сафлор хорошо отзывается на азотные удобрения и в меньшей мере на фосфор и калий. Азотные удобрения лучше вносить в предпосевную культивацию, более мелкие (до 20 кг/га) дозы – локально при севе [3]. Для лучшего формирования корневой системы сафлору необходим фосфор, который повышает засухоустойчивость и масличность семян. Недостаток фосфора отрицательно влияет на формирование и налив семян и ограничивает продуктивность растений. В начале вегетации растения усваивают наибольшее количество фосфора, но информации о потребности этого элемента на последних фазах развития растений недостаточно [2, 9, 10]. Нормы удобрений влияют как на урожайность, так и на жирно-кислотный состав масел [11].

Пробелом в возделывании сафлора является недостаточная изученность применения регуляторов роста, которые ускоряют реакции на молекулярном уровне физиологических процессов и деления клеток в растительном организме. При использовании регуляторов роста увеличивается корневая масса, повышается ветвистость, площадь листовой поверхности и как следствие увеличивается интенсивность процесса фотосинтеза.

В связи с этим, исследование влияния элементов технологии выращивания, таких как: минеральное питание, применение регуляторов роста и сортовые особенности на продуктивность посевов и качество семян сафлора, в конкретных почвенно-климатических условиях актуальны.

Целью исследований было установление зависимости показателей элементов продуктивности и уровня урожайности сортов сафлора от дополнительного минерального питания и применения регуляторов роста.

Основная часть

Исследования проводились в 2017–2019 годах на полях Института масличных культур НААН Украины. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, среднемощный малогумусный, с содержанием гумуса в пахотном слое 0–30 см – 3,5 %, доступного азота – 7,2–8,5, подвижного фосфора – 9,6–10,3, обменного калия – 15,2–16,9 мг/100 г почвы, pH почвенного раствора 6,5–7,0.

Посев сортов сафлора Живчик и Добрыня проводили в первой декаде апреля с нормой высева – 240 тыс. всхожих семян на гектар. Система основной обработки почвы: классическая. Варианты применения минеральных удобрений: 1. Контроль – без удобрений; 2. $N_{60}P_{50}$ под основную обработку почвы; 3. P_{50} под основную обработку + N_{60} под предпосевную культивацию. Варианты применения регуляторов роста: 1. Контроль – без обработки; 2. Рост-концентрат (1,0 л/га) + Хелатин масличный (1,5 л/га); 3. Хелатин Форте (1,0 л/га) + Хелатин моно бор (1,0 л/га); 4. Хелатин моно бор (1,0 л/га) + Хелатин фосфор-калий (1,0 л/га); 5. Хелатин фосфор-калий (0,5 л/га) + Хелатин Мультимикс (0,5 л/га) + Хелатин моно бор (0,5 л/га). Обработку растений осуществляли в фазе 6–10 листьев сафлора.

Повторность в опыте трехкратная. Размещение делянок последовательное.

Дисперсионный анализ осуществляли в программном пакете Microsoft Excel на основе методик Б. А. Доспехова и А. В. Киселева и др. [5, 6].

Закладка опыта и проведение исследований осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками полевых опытов в земледелии и растениеводстве [5].

В результате проведенных нами исследований установлено влияние дополнительного минерального питания и применения регуляторов роста на высоту растений, показатели элементов продуктивности и урожайность сафлора сортов Живчик и Добрыня.

Под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста показатели высоты растений сорта Живчик возросли от 83,0 до 88,5 см, а сорта Добрыня от 72,9 до 78,2 см. Наибольшая высота растений сафлора сорта Живчик 88,5 см отмечена на фоне внесения удобрений $N_{60}P_{50}$ под основную обработку почвы с применением препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличный. Наибольшие значения высоты растений сафлора сорта Добрыня – 78,1 и 78,2 см отмечены в вариантах с внесением минеральных удобрений P_{50} под основную обработку почвы + N_{60} под предпосевную культивацию и применении регуляторов роста Рост-концентрат + Хелатин масличный и Хелатин Форте + Хелатин моно бор. В результате дисперсионного анализа установлено, что в среднем за три года влияние фактора А (сорт) равно 85,50 %, фактора В (применение минеральных удобрений) – 9,37 %, фактора С (применение регуляторов роста) – 1,22 % (табл. 1).

Показатели элементов продуктивности сафлора изменялись под влиянием всех изучаемых агроприемов. Количество корзинок на одном растении находилось в пределах: для сорта Живчик 10,3–10,9 шт., для сорта Добрыня 9,5–9,9 шт. Под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста их количество возросло соответственно на: для сорта Живчик 0,1–0,4 и 0,1–0,4 для сорта Добрыня 0,1–0,3 и 0,1–0,3 шт. Согласно рассчитанному критерию Фишера, на количество корзинок на растении (9,5–10,9 шт.) все факторы, кроме сорта, не повлияли.

Показатели количества корзинок и семян на одном растении как для сорта Живчик, так и для сорта Добрыня большими были на фоне дополнительного питания. В вариантах с применением минеральных удобрений по отношению к контролю количество корзинок и семян на одном растении увеличилось на 0,1–0,3 и 4,1–12,9 шт. у сорта Живчик и на 0,1–0,3 и 7,9–12,6 шт. у сорта Добрыня. Под влиянием применения регуляторов роста количество корзинок и семян на одном растении увеличилось на 0,1–0,4 и 1,9–10,5 шт. у сорта Живчик и на 0,1–0,3 и 0,2–4,7 шт. у сорта Добрыня.

Установлено, что на показатель количества семян на растении (163,7–201,5 г) большее влияние оказывает сорт (78,40 %) и применение минеральных удобрений (13,91 %).

Таблица 1. Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на высоту растений, количество корзинок и семян на растении сортов сафлора, 2017–2019 гг.

Применение минеральных удобрений (В)	* Применение регуляторов роста (С)	Живчик (А)			Добрыня		
		высота растений, см	количество корзинок на растении, шт	количество семян на растении, шт.	высота растений, см	количество корзинок на растении, шт	количество семян на растении, шт.
Без удобрений (контроль)	1	83,0	10,33	184,7	72,9	9,53	164,1
	2	84,8	10,64	195,2	74,4	9,52	166,3
	3	84,1	10,55	192,1	74,1	9,61	163,7
	4	84,4	10,72	192,9	74,3	9,74	167,8
	5	83,5	10,64	191,8	73,8	9,73	164,9
N ₆₀ P ₅₀ – основное	1	86,7	10,65	197,6	75,7	9,65	175,3
	2	88,5	10,63	200,0	77,5	9,81	176,9
	3	87,5	10,62	196,4	77,0	9,63	175,6
	4	87,8	10,73	201,5	77,0	9,94	180,0
	5	87,9	10,69	197,3	76,4	9,68	177,2
P ₅₀ – основное N ₆₀ – при севе	1	86,3	10,72	197,4	76,1	9,73	175,5
	2	87,8	10,83	199,3	78,1	9,65	175,5
	3	87,3	10,77	200,0	78,2	9,59	173,5
	4	87,0	10,95	199,8	77,1	9,83	175,7
	5	87,0	10,73	199,7	77,7	9,72	177,5

НСР₀₅ для высоты растений: А-0,9-1,1; В-1,1-1,3; С-1,4-1,7; АВС-3,5-4,2.
 для количества корзинок на растении: А-0,12-0,14; В-0,14-0,17; С-0,18-0,21; АВС-0,45-0,53.
 для количества семян на растении: А-2,7-4,4; В-3,3-5,3; С-4,2-6,9; АВС-10,4-16,9.

* 1 – без обработки; 2 – Рост-концентрат (1,0 л/га) + Хелатин масличный (1,5 л/га); 3 – Хелатин Форте (1,0 л/га) + Хелатин моно бор (1,0 л/га); 4 – Хелатин моно бор (1,0 л/га) + Хелатин фосфор-калий (1,0 л/га); 5 – Хелатин фосфор-калий (0,5 л/га) + Хелатин Мультимикс (0,5 л/га) + Хелатин моно бор (0,5 л/га).

Показатели веса семян с одного растения и массы 1000 семян возрастали как от применения минеральных удобрений, так и регуляторов роста. Под влиянием минеральных удобрений они увеличились на: 0,47–0,82 и 1,4–1,9 г у сорта Живчик; 0,73–0,95 и 2,0–2,4 г у сорта Добрыня. Под влиянием регуляторов роста – на 0,12–0,61 и 0,8–1,3 г у сорта Живчик, 0,13–0,46 и 1,2–1,8 г у сорта Добрыня. Наибольшая масса 1000 семян – 39,8 г у сорта Живчик и 49,5 г у сорта Добрыня получены на фоне внесения удобрений N₆₀P₅₀ под основную обработку почвы с применением препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличный. Согласно статистической обработке данных массы 1000 семян влияние фактора А (сорт) составляет 93,03 %, фактора В (применение минеральных удобрений) – 3,57 %, фактора С (применение регуляторов роста) – 1,22 %. Больше всего на показатели веса семян с одного растения повлияло применение минеральных удобрений (45,09 %) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на вес семян с растения, массу и лужистость семян сортов сафлора, 2017–2019 гг.

Применение минеральных удобрений (В)	* Применение регуляторов роста (С)	Живчик (А)			Добрыня		
		вес семян с растения, г	масса 1000 семян, г	лужистость, %	вес семян с растения, г	масса 1000 семян, г	лужистость, %
Без удобрений (контроль)	1	6,76	36,8	50,7	7,36	45,4	52,5
	2	7,37	38,0	50,4	7,77	47,2	52,4
	3	7,18	37,6	50,7	7,58	46,8	52,4
	4	7,29	38,0	50,6	7,81	47,1	52,3
	5	7,21	37,8	50,6	7,63	46,8	52,5
N ₆₀ P ₅₀ – основное	1	7,58	38,6	50,6	8,28	47,8	52,2
	2	7,92	39,8	50,4	8,65	49,5	52,0
	3	7,70	39,5	50,6	8,53	49,2	52,2
	4	7,92	39,5	50,3	8,74	49,1	52,0
	5	7,74	39,5	50,5	8,58	49,1	52,0
P ₅₀ – основное N ₆₀ – при севе	1	7,51	38,3	50,5	8,27	47,8	52,1
	2	7,84	39,6	50,3	8,56	49,3	52,1
	3	7,79	39,2	50,2	8,40	49,0	52,0
	4	7,84	39,4	50,3	8,54	49,2	52,0
	5	7,82	39,4	50,4	8,57	49,0	52,2

НСР₀₅ для веса семян с растения: А-0,09-0,1; В-0,1-0,13; С-0,14-0,16; АВС-0,33-0,4.
 для массы 1000 семян: А-0,3-0,5; В-0,02-0,03; С-0,02-0,03; АВС-0,06-0,08.
 для лужистости: А-0,5-0,6; В-0,6-0,7; С-0,8-0,9; АВС-2,0-2,2.

Примечание: * 1 – без обработки; 2 – Рост-концентрат (1,0 л/га) + Хелатин масличный (1,5 л/га); 3 – Хелатин Форте (1,0 л/га) + Хелатин моно бор (1,0 л/га); 4 – Хелатин моно бор (1,0 л/га) + Хелатин фосфор-калий (1,0 л/га); 5 – Хелатин фосфор-калий (0,5 л/га) + Хелатин Мультимикс (0,5 л/га) + Хелатин моно бор (0,5 л/га).

Лужистость семян сафлора практически не изменялась под влиянием применения минеральных удобрений и регуляторов роста и в основном зависела от сорта. Ее показатели находились в пределах: 50,2–50,7 % у сорта Живчик и 52,0–52,5 % у сорта Добрыня.

В зависимости от фона минерального питания и варианта применения регуляторов роста уровень урожайности сафлора сорта Живчик находился в пределах 1,46–1,71 т/га, сорта Добрыня 1,55–1,85 т/га. Прибавка от применения минеральных удобрений составила: для сорта Живчик 0,11–0,17 т/га, для сорта Добрыня 0,17–0,22 т/га (табл. 3). В зависимости от варианта применения препаратов урожайность сафлора увеличилась на: 0,05–0,12 т/га у сорта Живчик и 0,03–0,11 т/га у сорта Добрыня. Наибольшая урожайность сафлора сорта Живчик – 1,71 и 1,70 т/га и сорта Добрыня – 1,84 и 1,85 т/га получена на фоне внесения минеральных удобрений в дозе N₆₀P₅₀ под основную обработку почвы с опрыскиванием посевов в фазу 6–10 листьев культуры смесью препаратов Рост-концентрат + Хелатин масляный и Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий. Согласно статистической обработки на урожайность наибольшее влияние оказало применение минеральных удобрений (В) – 41,25 %.

Таблица 3. Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность сортов сафлора, 2017–2019 гг.

Сорт (А)	Применение минеральных удобрений (В)	Применение регуляторов роста (С)	Урожайность, т/га				Прибавка урожайности, ± т/га	
			2017	2018	2019	Средняя	от удобрений	от препаратов
Живчик	Без удобрений (контроль)	1	1,44	1,64	1,31	1,46	–	–
		2	1,57	1,76	1,42	1,58	–	0,12
		3	1,55	1,72	1,39	1,55	–	0,09
		4	1,57	1,74	1,44	1,58	–	0,12
		5	1,54	1,74	1,40	1,56	–	0,10
	N ₆₀ P ₅₀ – основное	1	1,63	1,80	1,46	1,63	0,17	–
		2	1,72	1,88	1,53	1,71	0,13	0,08
		3	1,67	1,86	1,50	1,68	0,12	0,05
		4	1,69	1,86	1,54	1,70	0,11	0,07
		5	1,67	1,84	1,52	1,68	0,12	0,05
	P ₅₀ – основное N ₆₀ – при севе	1	1,60	1,76	1,49	1,62	0,15	–
		2	1,68	1,85	1,54	1,69	0,11	0,07
		3	1,65	1,83	1,54	1,67	0,12	0,06
		4	1,67	1,84	1,57	1,69	0,11	0,08
		5	1,66	1,86	1,53	1,68	0,12	0,07
Добрыня	Без удобрений (контроль)	1	1,49	1,75	1,41	1,55	–	–
		2	1,60	1,85	1,49	1,65	–	0,10
		3	1,58	1,81	1,46	1,62	–	0,07
		4	1,60	1,86	1,51	1,66	–	0,11
		5	1,57	1,83	1,46	1,62	–	0,07
	N ₆₀ P ₅₀ – основное	1	1,71	2,03	1,56	1,77	0,22	–
		2	1,79	2,10	1,62	1,84	0,19	0,07
		3	1,78	2,07	1,60	1,82	0,20	0,05
		4	1,79	2,12	1,63	1,85	0,19	0,08
		5	1,76	2,09	1,61	1,82	0,20	0,05
	P ₅₀ – основное N ₆₀ – при севе	1	1,70	1,98	1,58	1,75	0,20	–
		2	1,78	2,04	1,62	1,81	0,17	0,06
		3	1,76	2,00	1,60	1,79	0,17	0,03
		4	1,77	2,06	1,65	1,83	0,17	0,07
		5	1,74	2,05	1,62	1,80	0,18	0,05

НСР₀₅ для урожайности: А-0,017-0,02; В-0,02-0,03; С-0,02-0,03; АВС-0,06-0,08.

Примечание: * 1 – без обработки; 2 – Рост-концентрат (1,0 л/га) + Хелатин масляный (1,5 л/га); 3 – Хелатин Форте (1,0 л/га) + Хелатин моно бор (1,0 л/га); 4 – Хелатин моно бор (1,0 л/га) + Хелатин фосфор-калий (1,0 л/га); 5 – Хелатин фосфор-калий (0,5 л/га) + Хелатин Мультимикс (0,5 л/га) + Хелатин моно бор (0,5 л/га).

Масличность семян сортов сафлора на контроле (без внесения минеральных удобрений) в зависимости от вариантов применения регуляторов роста составила: у сорта Живчик 34,5–34,7 % и у сорта Добрыня 33,2–33,4 % (табл. 4). На фоне внесения минеральных удобрений этот показатель составлял: 34,6–34,8 % для сорта Живчик и 33,4–33,6 % для сорта Добрыня. Выход жира, с учетом урожайности, составлял: для сорта Живчик 438–516 кг/га, а для сорта Добрыня 448–541 кг/га. Наибольший выход жира получен: у сорта Живчик 516 и 515 кг/га, у сорта Добрыня 538 и 541 кг/га на фоне основного внесения минеральных удобрений в дозе N₆₀P₅₀ с опрыскиванием посевов в фазу 6–10 листьев культуры смесью препаратов Рост-концентрат + Хелатин масляный и Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий.

Таблица 4. Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на масличность и выход жира сортов сафлора, 2017–2019 гг.

Применение минеральных удобрений (В)	Применение регуляторов роста (С)	Живчик (А)		Добрыня	
		Масличность, %	Выход жира, кг/га	Масличность, %	Выход жира, кг/га
Без удобрений (контроль)	1	34,5	438	33,2	448
	2	34,7	477	33,3	478
	3	34,5	465	33,3	469
	4	34,6	476	33,4	482
	5	34,6	470	33,3	469
N ₆₀ P ₅₀ – основное	1	34,6	491	33,5	516
	2	34,7	516	33,6	538
	3	34,6	506	33,5	530
	4	34,8	515	33,6	541
	5	34,6	506	33,6	532
P ₅₀ – основное N ₆₀ – при севе	1	34,6	488	33,5	510
	2	34,8	512	33,5	528
	3	34,8	506	33,6	523
	4	34,8	512	33,6	535
	5	34,7	507	33,4	523

НСР_{0,5} для масличности: А-0,3-0,4; В-0,4-0,5; С-0,5-0,7; АВС-1,2-1,7.

Примечание: * 1 – без обработки; 2 – Рост-концентрат (1,0 л/га) + Хелатин масличный (1,5 л/га); 3 – Хелатин Форте (1,0 л/га) + Хелатин моно бор (1,0 л/га); 4 – Хелатин моно бор (1,0 л/га) + Хелатин фосфор-калий (1,0 л/га); 5 – Хелатин фосфор-калий (0,5 л/га) + Хелатин Мультимикс (0,5 л/га) + Хелатин моно бор (0,5 л/га).

Заключение

По результатам проведенных исследований установлено влияние агроприемов выращивания на продуктивность сафлора сортов Живчик и Добрыня: под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста показатели высоты растений сорта Живчик возросли на 1,1–5,5 см, а сорта Добрыня на 1,2–5,3 см; наибольшее влияние на увеличение показателей элементов структуры урожая, таких как количество семян на растении, вес семян на растении и масса 1000 семян оказало применение минеральных удобрений и в меньшей степени обработка посевов регуляторами роста; в зависимости от фона минерального питания и варианта применения регуляторов роста уровень урожайности сафлора сорта Живчик находился в пределах 1,46–1,71 т/га, сорта Добрыня 1,55–1,85 т/га; прирост от применения минеральных удобрений равен: для сорта Живчик 0,11–0,17 т/га, для сорта Добрыня 0,17–0,22 т/га. В зависимости от варианта применения препаратов урожайность сафлора выросла на: 0,05–0,12 т/га у сорта Живчик и 0,03–0,11 т/га у сорта Добрыня; наибольшая урожайность сафлора сорта Живчик – 1,71 и 1,70 т/га и сорта Добрыня – 1,84 и 1,85 т/га получены на фоне внесения минеральных удобрений в дозе N₆₀P₅₀ под основную обработку почвы с применением препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличный и Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамень, Ф. Ф. Застосування мікродобрива, як захід ресурсозбереження в технології вирощування сафлору красильного на півдні України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю створення ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (22 травня 2014 року) / Ф. Ф. Адамень, І. О. Прошина. – Херсон, 2014. – С. 289–293.
2. Вплив позакореневого застосування макро- та мікро-добрив на величину та структуру урожаю сафлору красильного в незрошуваних умовах півдня України / Ф. Ф. Адамень [та ін.] // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2012. – № 17. – С. 87–91.
3. Богосорьянская, Л. В. Влияние макро и микроудобрений на урожай и качество семян сафлора красильного / Л. В. Богосорьянская // Плодородие. – 2009. – № 2. – С. 14–16.
4. Олійні культури в Україні: навч. посіб. / М. М. Гаврилюк [та ін.]. – 2-е вид., переробл. і допов. – К., 2008. – 420 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1989. – 335 с.
6. Статистична обробка і оформлення результатів експериментальних досліджень (із досвіду написання дисертаційних робіт): Навчальний посібник. За заг. ред. Д. О. Мілька; Інститут механізації тваринництва НААН. Електронний аналог друкованого видання (електронна книга) / О. В. Кисельов [та ін.]. – Запоріжжя: СТАТУС, 2017. – 1181 с.
7. Олійні культури в Україні: навч. посіб. за ред. В. Н. Салатенка. – К. Основа, 2008. – 420 с.
8. Яковенко, Т. М. Олійні культури України / Т. М. Яковенко. – К.: Урожай, 2005. – 408 с.
9. Abbadi, J., Gerendas, J. Phosphorus use efficiency of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 38, 2015. – P. 1121–1142.
10. Corieto, A. Introduzione del cartamo nelle rotazioni del Meridione. Результаты осуществления проекта по выращиванию сафлора как альтернативной масличной культуры в севооборотах южных районов Италии. *Inform, agr.*, 2001; An. 57, № 27, 28–31с.
11. Heidari, M., Mohamadi, S. Effect of arsenic and nitrogen application on grain yield and some physiological parameters of safflower (*Carthamus Tinctorius* L.), *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 1(1). 2014. – P. 48–51.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОСА НА ЗЕРНО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

И. М. НЕСТЕРОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nesterova2233@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.06.2020)

В последние годы в связи с заметным изменением климата в сторону потепления, все больше внимания уделяется засухоустойчивым культурам, к которым относится и просо. Чтобы получать высокие урожаи зерна этой культуры необходимо всесторонне изучить ее применительно к меняющимся погодным условиям и климатическим зонам, ведь просо экономически и энергетически выгодная культура. При высоких урожаях оно обеспечивает хорошие доходы хозяйствам, особенно при выращивании ценных сортов, одним из которых является сорт Галинка, сорт белорусской селекции. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания этой культуры в значительной мере повышается при снижении затрат труда и средств на единицу получаемой продукции.

В статье проведена экономическая и энергетическая оценка возделывания проса на зерно в зависимости от сроков его сева в условиях северо-восточной части Беларуси. Установлено, что в зависимости от сроков сева не только повышается урожайность зерна, но и повышается эффективность его производства. Оптимальным сроком сева проса сорта Галинка на зерно можно считать посев с третьей декады мая по первую декаду июня. В данные сроки обеспечивается более высокая урожайность и стоимость зерна, самая низкая себестоимость единицы продукции, больший размер прибыли и выше уровень рентабельности. Также в эти сроки обеспечивается более высокий выход энергии: в третий срок – 56265, в четвертый – 58575 МДж/га, что на 7425 и 9735 МДж/га выше, чем при посеве в первый срок – 48840 МДж/га. На лучшем варианте опыта (посев в четвертый срок) отмечен самый высокий биоэнергетический коэффициент – 4,7.

Ключевые слова: сорт, экономическая и энергетическая эффективность, окупаемость, затраты.

In recent years, due to the noticeable climate change towards warming, more and more attention is paid to drought-resistant crops, which include millet. In order to get high yields of grain of this crop, it is necessary to comprehensively study it in relation to changing weather conditions and climatic zones, because millet is an economically and energetically profitable crop. With high yields, it provides good incomes for farms, especially when growing valuable varieties, one of which is Galinka, a Belarusian variety. Economic and energy efficiency of the cultivation of this crop is significantly increased with a decrease in labor costs and funds per unit of production.

The article provides an economic and energy assessment of the cultivation of millet for grain, depending on the timing of its sowing in the north-eastern part of Belarus. It has been established that, depending on the sowing time, not only the grain yield increases, but also the efficiency of its production increases. The optimal time for sowing millet variety Galinka for grain can be from May 20th to June 10th. In these terms, a higher yield and price of grain, the lowest unit cost, a larger profit margin and a higher level of profitability are provided. Also, during these periods, a higher energy output is provided: in the third term – 56265, in the fourth – 58575 MJ / ha, which is 7425 and 9735 MJ / ha higher than when sowing in the first term – 48840 MJ / ha. In the best variant of the experiment (sowing in the fourth period), the highest bioenergy coefficient was noted – 4.7.

Key words: variety, economic and energy efficiency, payback, costs.

Введение

Экономический аспект возделывания любой культуры направлен на сокращение ресурсного потенциала, снижение себестоимости продукции и повышение экономической эффективности ее производства. Экономическая эффективность зависит от целого ряда факторов: почвенно-климатических условий, уровня культуры земледелия, от видов и норм удобрений, видового состава культур, способа использования выращенной продукции и ряда других [1].

Только система экономических показателей позволяет провести комплексный анализ и обосновать достоверные выводы по эффективности возделывания конкретной культуры. Она позволяет оценить конечный полезный эффект от применения средств производства и живого труда, иными словами, отдачу совокупных вложений. И эту отдачу можно оценить, лишь сопоставив стоимость полученной продукции с вложенными в ее производство затратами. И чем ниже затраты, тем эффективнее ее производство. В современных экономических условиях сложно повышать эффективность производства сельскохозяйственной продукции, так как закупочные цены на нее растут медленнее, чем на промышленные ресурсы, что обуславливает инфляционные процессы [2].

Для анализа результативности выращивания культур, кроме экономических показателей, используются и энергетические, применение которых позволяет давать более объективную оценку, так как она более достоверна и стабильна.

В связи с изменением природно-климатических условий в Беларуси в сторону потепления, перед учеными и аграриями встает задача не сократить, а наращивать объемы производства сельскохозяй-

ственной продукции. Поэтому все большее внимание уделяется выращиванию засухоустойчивых культур, как вновь выведенных, так и уже используемых. Одной из таких культур, традиционно возделываемых в стране, является просо. Это культура с высоким потенциалом продуктивности, хорошо адаптирующаяся к различным условиям произрастания и позволяющая в максимальной степени окупать вложенные в ее производство денежные средства. Так, при урожайности культуры в 40–50 ц/га прибыль может варьировать от 274 до 377 долл. США/га, а уровень рентабельности достигать 135 %, то есть данные показатели в 2–3 раза могут превышать их значения при возделывании овса и яровой пшеницы [3]. По данным Н. Киреенко и Л. Курч, энергетические затраты по возделыванию проса снижаются по сравнению, например, с кукурузой на 29 %, а коэффициент энергетической эффективности находится на уровне 3, 6 [4].

Просо – экономически и энергетически выгодная культура. При высоких урожаях она обеспечивает хорошие доходы хозяйствам, особенно при выращивании ценных сортов. И среди таких культур, как люпин, озимая пшеница, картофель, горох, гречиха, ячмень, просо является энергетически эффективным. Оно может обеспечивать более высокий коэффициент энергетической эффективности и самые низкие затраты энергии на тонну основной продукции [3].

Экономическая и энергетическая эффективность возделывания этой культуры в значительной мере повышается при снижении затрат труда и средств на единицу получаемой продукции.

Чтобы провести экономическую и энергетическую оценку возделывания проса на зерно в зависимости от одного из элементов технологии возделывания – сроков сева, нами были проведены исследования в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Научные исследования проводились в 2018–2020 гг. на территории УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м. Содержание гумуса в пахотном слое 1,58–1,7 %, рН – 5,6–6,1, подвижного фосфора 185–199 мг/кг, обменного калия 160–200 мг/кг. В качестве объекта исследований использовался сорт проса Галинка, внесенный в Государственный реестр сортов Республики Беларусь.

Характеристика сорта: Скороспелый холодостойкий сорт. Период вегетации 79–98 дней. Пригоден для возделывания как на зерно, так и на зеленую массу. Максимальная урожайность зерна – 62,9 ц/га, сухого вещества зеленой массы 85,2 ц/га. Масса 1000 семян 6,0–6,7 г. Устойчивость к полеганию 4–5 баллов.

Схема опыта. Влияние сроков посева на урожайность проса сорта Галинка (1 декада мая–1 декада июня), интервал 10 дней.

Сроки сева. 1. Первый срок сева (5 мая) (контроль). 2. Второй срок сева (15 мая). 3. Третий срок сева (25 мая). 4. Четвёртый срок сева (5 июня).

Общая площадь делянки 30 м², учетная – 25 м². Повторность опыта четырехкратная. Агротехника опыта общепринятая, согласно отраслевому регламенту [11]. Норма высева семян 4,0 млн/га всхожих семян. Способ посева сплошной рядовой, глубина заделки семян 2–3 см. Предшественник – озимая пшеница. Под основную обработку почвы перед закладкой опытов вносились минеральные удобрения в дозе N₆₀ P₆₀ K₉₀. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна. В течение вегетации проводились необходимые учеты и наблюдения согласно общепринятым методикам. Технология возделывания проса на зерно была составлена с учетом отраслевых регламентов по возделыванию сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь [5].

В систему показателей для оценки экономической эффективности зерна проса были включены натуральные показатели – урожайность зерна; показатели, отражающие величину затрат на производство продукции – себестоимость; относительные показатели, выражающие отношение полученных результатов к затратам на их получение – рентабельность [6].

При экономических расчетах использовались нормативные затраты по возделыванию проса, согласно существующим регламентам технологии возделывания и уборки [5]. Стоимость семян, удобрений, пестицидов, горюче-смазочных материалов была взята на уровне фактически сложившихся на период проведения исследований (за 2018–2020 гг.). Стоимость урожая зерна определялась с учетом фактических закупочных цен на продовольственное зерно проса второго класса за 1 тонну базисных кондиций (2018 г. – 199,45; 2019 г. – 211,62; 2020 г. – 224, 74 тыс. руб./т).

Помимо экономических, проведен расчет и энергетических показателей, целью которого являлось сопоставление затрат энергетических ресурсов на выполнения технологических процессов по вариан-

там опыта [7]. Для расчёта основных показателей энергетической эффективности были использованы разработанные в Республике Беларусь методики и нормативы для проведения энергетического анализа [8].

Производственные затраты в расчете на 1 га определялись на основании составленной технологической карты, исходя из фактических расходов на возделывание проса. Выход энергии с единицы площади был рассчитан путем умножения полученной урожайности по вариантам опыта на содержание энергии в единице зерна проса, а биоэнергетический коэффициент – как отношение выхода совокупной энергии к ее затратам.

Состав и структура производственных затрат по возделыванию и уборке проса на зерно сорта Галинка были рассчитаны на основании составленной технологической карты, с использованием действующих на период исследований нормативно-справочных материалов в стоимостном выражении (табл. 1). Затраты на семена, удобрения, пестициды были приняты одинаковыми, а вот затраты на оплату труда работников, занятых на возделывании культуры со всеми видами причитающихся им доплат, на технику, расходуемое топливо, отличались по всем срокам сева с учетом полученной урожайности.

Таблица 1. Состав и структура затрат при возделывании проса сорта Галинка на зерно в зависимости от сроков сева, среднее за 2018–2020 гг.

Вид затрат	Вариант (сроки сева)							
	1 срок сева		2 срок сева		3 срок сева		4 срок сева	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Оплата труда с начислениями	68,34	14,3	70,72	14,5	72,02	14,7	73,42	14,9
Семена	13,38	2,8	13,66	2,8	13,72	2,8	13,80	2,8
Удобрения	153,43	32,1	156,57	32,1	157,26	32,1	158,18	32,1
Пестициды	11,95	2,5	12,19	2,5	12,25	2,5	12,32	2,5
ГСМ	72,65	15,2	75,11	15,4	76,92	15,7	79,83	16,2
Амортизационные отчисления	100,37	21,0	104,38	21,4	105,82	21,6	106,93	21,7
Накладные расходы	57,83	12,1	55,12	11,3	48,99	10,6	48,29	9,8
Всего затрат	477,97	100,0	487,75	100,0	489,92	100,0	492,78	100,0

Полученные данные показывают, что самыми высокими производственными затратами на возделывание проса на зерно отличается четвертый срок сева (492,78 тыс. руб.), где была получена с учетом сроков сева большая урожайность и где на уборку большего количества продукции было затрачено больше денежных средств. Наибольший удельный вес в структуре производственных затрат занимали затраты на содержание и эксплуатацию основных средств (36,2–37,9 %), на удобрения (32,1 %), на оплату труда работников (14,3–14,9 %). Удельный вес остальных статей затрат менее существенен.

Рассчитав сумму производственных затрат и определив стоимость полученного после уборки зерна урожая, были рассчитаны по средним данным за 2018–2020 гг. показатели экономической эффективности возделывания проса сорта Галинка на зерно в зависимости от сроков сева (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания проса сорта Галинка на зерно в зависимости от сроков сева, среднее за 2018–2020 гг.

Показатели	Вариант (сроки сева)			
	1 срок сева	2 срок сева	3 срок сева	4 срок сева
Урожайность, ц/га	29,6	32,6	34,1	35,5
Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	649,42	715,24	748,15	778,87
Производственные затраты на 1 га, тыс. руб.	477,97	487,75	489,92	492,78
Чистый доход с 1 га, тыс. руб.	171,45	227,49	258,23	286,09
Себестоимость 1 ц, тыс. руб.	16,15	14,96	14,37	13,88
Окупаемость производственных затрат, тыс. руб.	1,36	1,46	1,52	1,58
Уровень рентабельности, %	35,87	46,62	52,7	58,1

Сопоставив стоимость полученной с одного гектара продукции, с суммой пошедших на ее производство затрат, можно отметить, что с изменением сроков сева, размер чистого дохода увеличивается, так как стоимость продукции растет быстрее, чем затраты на ее производство. Наибольшая стоимость продукции получена при посеве в четвертый срок (778,87 тыс. руб.), наименьшая – в первый срок (649,42 тыс. руб.). При проведении посева проса сорта Галинка в третий и четвертый сроки отмечается самая низкая себестоимость 1 ц зерна, более высокая окупаемость производственных затрат, и самый высокий по вариантам опыта, уровень рентабельности.

При проведении сева проса на зерно данного сорта в четвертый период был получен прирост урожайности в количестве 5,6 ц/га, стоимость полученной продукции была на 20,3 % выше, производственные затраты возросли на 14,81 тыс. руб., себестоимость 1 ц снизилась на 14,9 %, окупаемость

производственных затрат возросла на 16,2 %, уровень рентабельности повысился на 22, 23 %, по сравнению с первым вариантом опыта.

Наряду с определением экономической, была определена энергетическая эффективность возделывания проса сорта Галинка на зерно в зависимости от сроков сева (табл. 3)

Таблица 3. Энергетическая эффективность возделывания проса сорта Галинка на зерно в зависимости от сроков сева, среднее за 2018–2020 гг.

Показатели	Вариант (сроки сева)			
	1 срок сева	2 срок сева	3 срок сева	4 срок сева
Урожайность, ц/га	29,6	32,6	34,1	35,5
Затраты энергии, МДж/га	12210	12509	12503	12463
Энергоемкость, МДж/ц	279	279	279	279
Выход энергии с 1 га, МДж	48840	53790	56265	58575
Биоэнергетический коэффициент	4,0	4,3	4,5	4,7

Нами установлено, что затраты энергии на один гектар посева существенно не отличаются, ведь технология возделывания проса на зерно при всех сроках сева была одинаковой, применялась одна и та же техника, удобрения, средства защиты растений, нормы высева семян, техника для уборки и доработки зерна, для уборки соломы. Только иногда производилась замена одних видов технических средств на другие в связи с производственной необходимостью, что и обусловило незначительное изменение в затратах энергии на гектар.

Что касается энергоемкости, то во всех вариантах опыта она была одинаковой, ведь возделывался только один сорт проса – Галинка, коэффициент энергоемкости 1 центнера которого составляет 279 МДж/ц.

За счет разной урожайности зерна проса по вариантам опыта был получен разный выход энергии. Самый высокий выход энергии отмечен при посеве проса в четвертый срок – 58575 МДж/га, самый низкий в первый срок – 48840 МДж/га. При этом на лучшем варианте опыта (посев в четвертый срок) отмечен самый высокий биоэнергетический коэффициент.

Заключение

В результате проведенной экономической и энергетической оценки возделывания проса на зерно в зависимости от сроков его сева в почвенно-климатических условиях северо-восточной части Беларуси установлено, что в зависимости от сроков сева не только повышается урожайность зерна, но и повышается эффективность его производства. Оптимальным сроком сева проса сорта Галинка на зерно можно считать посев с третьей декады мая по первую декаду июня. В данные сроки обеспечивается более высокая урожайность и стоимость зерна, самая низкая себестоимость единицы продукции, больший размер прибыли и выше уровень рентабельности. Также в эти сроки обеспечивается более высокий выход энергии: в третий срок – 56265, в четвертый – 58575 МДж/га, что на 7425 и 9735 МДж/га выше, чем при посеве в первый срок – 48840 МДж/га. На лучшем варианте опыта (посев в четвертый срок) отмечен самый высокий биоэнергетический коэффициент – 4,7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко, П. Л. Экономическая эффективность зерновых и пожнивных культур в звене севооборота / П. Л. Тарасенко // Сельское хозяйство-проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: Т.1 / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2006. – С. 305–308.
2. Скируха, А. Н. Продуктивность и агроэкономическая эффективность зерноотравно-пропашных и специализированных зерноотравных севооборотов на дерново-суглинистых почвах РБ: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А. Н. Скируха. – Жодино, 2000. – 16 с.
3. Кравцов, С. В. Белорусское просо – новый взгляд на старую культуру / С. В. Кравцов // Сельскохозяйственный вестник. – 2003. – №4. – С. 8–9.
4. Кириенко, Н. Кормовое просо – выгодный источник пополнения кормового баланса для животноводства / Н. Кириенко, Л. Курч // Агроэкономика. – 2004. – № 4. – С. 67–69.
5. Возделывание проса: типовые технологические процессы: отраслевой регламент введ. 02.06.2005. – Минск, 2005. – С. 91–98.
6. Геть, Г. А. Экономическая и энергетическая оценка возделывания сортов проса в экологическом сортоиспытании / Г. А. Геть, О. С. Корзун, И. Д. Самусик // Сельское хозяйство-проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно: УО ГГАУ., 2009. – С. 252–257.
7. Исаев, А. П. Энергетическая эффективность технологий / А.П. Исаев // Зерновое хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 13.
8. Барташевич, В. И. Энергетический анализ совокупных затрат, операций, приемов, технологий в земледелии и растениеводстве // В. И. Барташевич. – Жодино: БелНИИЗК, 1999. – 23 с.

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ, БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ПРОСА

Т. Ф. ПЕРСИКОВА, Ю. В. КОГОТЬКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kosmos.0072007@mail.ru, persikova52@rambler.ru

(Поступила в редакцию 07.07.2020)

В статье приводятся результаты трехлетних исследований с просом сортов Галинка и Дружба 2, в результате которых было установлено влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации их общих вынос и урожайность зерна. На сорте Галинка наибольшее содержание азота, фосфора и калия в сухой биомассе растений к фазе молочно-восковой спелости наблюдается при применении доз минеральных удобрений N₉₀P₆₀K₉₀, а у сорта Дружба 2 при данном уровне минерального питания отмечена наибольшая концентрация только фосфора и калия. Максимальная концентрация азота у сорта Дружба 2 к моменту молочно-восковой спелости наблюдается на фоне дробного внесения азотных удобрений в варианте N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀.

На мелкосемянном сорте проса Галинка наибольшая концентрация азота, фосфора и калия в период вегетации достигается в варианте, где на фоне минерального питания N₉₀P₆₀K₉₀ применялась инкрустация семян хелатной формой меди. Данная система применения удобрений обеспечивает получение максимальной продуктивности зерна – 44,0 ц/га, при общем выносе урожая азота – 121,4 кг/га, фосфора – 53,1 и калия – 162,3 кг/га.

На крупносемянном сорте проса Дружба 2 наибольшая урожайность зерна (46,5 ц/га) обеспечивается при инкрустации семян хелатной формой меди на фоне минерального питания N₉₀P₆₀K₉₀, при этом в данном варианте опыта к фазе молочно-восковой спелости наблюдается высокая концентрация фосфора и калия. Общий вынос элементов питания при данной системе применения удобрений по азоту составляет 118,6 кг/га, фосфору – 56,3 и калию – 173,3 кг/га.

Ключевые слова: просо, удобрение, регулятор роста, химический состав, урожайность.

The article presents results of three-year research into millet varieties Galinka and Druzhiba 2, which established the influence of macro-, micronutrient fertilizers, a bacterial preparation and a growth regulator on the dynamics of accumulation of basic nutrients during the growing season, their total removal and grain yield. In Galinka variety, the highest content of nitrogen, phosphorus, and potassium in the dry biomass of plants is observed by the milky-wax ripeness phase with the application of doses of mineral fertilizers of N₉₀P₆₀K₉₀, and in the Druzhiba 2 variety, at a given level of mineral nutrition, the highest concentration of only phosphorus and potassium was noted. The maximum nitrogen concentration in Druzhiba 2 variety by the time of milky-wax ripeness is observed against the background of fractional nitrogen fertilization in the N₆₀ + 30P₆₀K₉₀ variant.

In the small-seeded millet variety Galinka, the highest concentration of nitrogen, phosphorus and potassium during the growing season is achieved in the variant where, against the background of mineral nutrition N₉₀P₆₀K₉₀, the inlay of seeds with a chelated form of copper was applied. This fertilizer application system ensures maximum grain productivity – 4.40 t / ha, with a total yield of nitrogen – 121.4 kg / ha, phosphorus – 53.1 and potassium – 162.3 kg / ha.

In the large-seeded millet variety Druzhiba 2, the highest grain yield (4.65 t / ha) is ensured when the seeds are inlaid with a chelated form of copper against the background of mineral nutrition N₉₀P₆₀K₉₀, while in this variant of the experiment, a high concentration of phosphorus and potassium is observed by the phase of milky-wax ripeness. The total removal of nutrients with this system of fertilization for nitrogen is 118.6 kg / ha, phosphorus – 56.3 and potassium – 173.3 kg / ha.

Key words: millet, fertilizer, growth regulator, chemical composition, yield.

Введение

Научно обоснованная система применения удобрений позволяет реализовать максимальный потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур, а также получить продукцию с высокими показателями качества [1]. Между тем системы применения удобрений должна опираться на биологические и физиологические особенности растений, почвенные условия, а также факторы внешней среды [2].

Процесс поглощения элементов питания определяется физиологией растения и зависит не только от жизнедеятельности корневой системы, но и всего растения в целом. В период роста и развития растений концентрация питательного раствора постоянно изменяется, поэтому для реализации максимальной продуктивности культуры на каждом этапе онтогенеза должны создаваться свои условия, составляющие единую «систему жизнеобеспечения» [3]. Количество и сочетание органических соединений, накапливаемых растениями, определяют в значительной степени концентрацию химических элементов в растениях, качество растениеводческой продукции и количество отчуждаемых элементов питания с урожаем [4].

Цель исследований – изучить влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации, общий вынос и урожайность зерна проса.

Основная часть

Полевые опыты проводили в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» с мелкосемянным сортом проса Галинка и крупносемянным Дружба 2 на дерново-подзолистой легкосугли-

нистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м мореным суглинком. Агрохимические показатели почвы в годы проведения исследований были следующими: среднее содержание гумуса (1,65–1,71 %), повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия (соответственно 239–248 мг/кг и 208–244 мг/кг), низкая обеспеченность медью (1,33–1,36 мг/кг) и цинком (2,92–3,01 мг/кг), рН_{KCl} варьировала от слабокислой – 5,98 до близкой к нейтральной – 6,00–6,11 [5].

Общая площадь делянки в опыте составила 30 м², учетная – 25 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. В качестве минеральных удобрений для основного внесения применялись карбамид, аммофос и хлористый калий. Для подкормки азотом в опыте использовался карбамид (в фазу кущения) [6].

Инкрустация семян проводилась микроудобрениями в форме простых солей: CuSO₄ · 5H₂O (23,4–24,9 % Cu) и ZnSO₄ · 7H₂O (21–23 % Zn) и хелатных форм: Cuprovetum, NaCuH(edta) · nH₂O (17 % Cu) и Zincovetum, NaZnH(edta) nH₂O (17 % Zn) в дозах 150 г/т элемента, а также регулятором роста Эпин в дозе 20 мг/т д.в. Для инокуляции семян применялся бактериальный препарат Ризобактерин в дозе 200 мл на гектарную норму семян.

Агротехника в опыте общепринятая, согласно отраслевому регламенту [7]. Уборка урожая проводилась прямым комбайнированием при помощи комбайна «Samro – 500». Урожай учитывали сплошным поделяночным способом. Данные урожайности переводились на 14%-ную влажность. Статистическую обработку данных проводили согласно методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого [6, 8].

По результатам трехлетних наблюдений было установлено, что наибольшая концентрация основных макроэлементов у обоих изучаемых сортов наблюдалась в начальный период роста и развития, которая постепенно снижалась в процессе онтогенеза. Внесение различных доз минеральных удобрений влияло на динамику накопления азота фосфора и калия во время вегетации проса. У сорта Галинка в фазу кущения наибольшее содержание основных элементов питания наблюдалось в варианте N₉₀P₆₀K₉₀, которое по азоту составило 4,52 %, фосфору – 1,5 и калию 8,27 %, что соответственно на 1,0; 0,41 и 1,43 % превысило контрольный вариант опыта. Следует отметить, что тенденция более высокого накопления элементов питания при данном уровне минеральных удобрений сохранилась и в последующие стадии. Так, в фазу молочно-восковой спелости культуры концентрация азота в сухой биомассе растений превышала неудобренный вариант опыта на 0,58 %, фосфора – 0,36 и калия – 1,00%, и составила 1,70; 0,81 и 3,46 % соответственно.

Влияние инокуляции семян бактериальным удобрением Ризобактерин на химический состав растений проса сорта Галинка проявлялось в начальный период роста и только в отношении содержания азота. При применении данного бактериального препарата на фоне N₁₄P₆₀K₉₀ концентрация азота в стадию кущения составила 3,73 %, а в стадию выхода в трубку – 2,41 %, что соответственно на 0,11 и 0,09 % превысило фон минерального питания.

Среди вариантов опыта, где применялась обработка семян микроэлементами у сорта Галинка наибольшее содержание азота, фосфора и калия в период роста и развития растений наблюдалось на фоне минерального питания N₉₀P₆₀K₉₀. Так, применение хелатной формы меди в фазу кущения культуры увеличивало содержание азота по отношению к вышеуказанному фону на 0,17 %, фосфора – 0,07 и калия – 0,22 % и составило 4,69; 1,57 и 8,49 % соответственно. К фазе молочно-восковой спелости на данном варианте опыта отмечалось увеличение концентрации азота по отношению фону (N₉₀P₆₀K₉₀) на 0,13 %, фосфора – 0,03 и калия – 0,17 %, которая составила в этот период 1,83; 0,84 и 3,63 % соответственно. Такую концентрацию элементов питания можно считать оптимальной, так как данный вариант опыта обеспечивал получение наибольшей продуктивности зерна.

Следует также отметить, что повышение концентрации элементов питания в сухой биомассе растений проса происходило и при применении меди в форме простой соли.

Применение для инкрустации семян проса сорта Галинка регулятора роста Эпин совместно с медью и цинком в хелатной форме увеличивало содержание азота в период молочно-восковой спелости по отношению к фону минерального питания (N₆₀P₆₀K₉₀) на 0,16 %, фосфора – 0,10 и калия – 0,26 %, которое в итоге составило 1,65; 0,74 и 3,15 % соответственно.

На сорте Дружба 2 среди изучаемых уровней минерального питания наибольшее накопление азота, фосфора и калия наблюдалось при применении N₉₀P₆₀K₉₀, которое в фазу кущения культуры составило 4,38; 1,61 и 8,02 % соответственно, что являлось наибольшим значением в этот период среди вариантов опыта (табл. 1). К фазе молочно-восковой спелости в данном варианте опыта наблюдалась наибольшая концентрация фосфора – 0,97 % и калия – 3,75 %, которая соответственно на 0,29 и 1,0 % превысила контроль. Наибольшая концентрация азота на момент последнего учета (молочно-восковая спелость) наблюдалась в варианте, где на фосфорно-калийном фоне минерального питания P₆₀K₉₀ применялось дробное внесение азота: 60 кг/га в качестве основного удобрения и 30 кг/га для подкормки в фазу кущения культуры. В результате концентрация азота в эту фазу составила 1,31 %,

что на 0,5 % превысило контроль и 0,07 % вариант с разовым применением данной дозы азотных удобрений (N₉₀P₆₀K₉₀).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на содержание основных элементов питания в растениях проса по фазам развития, % на сухое вещество (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Фазы развития растений											
	кущение			выход в трубку			выметывание			молочно-восковая спелость		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сорт Галинка												
1. Без удобрений (контроль)	3,52	1,09	6,84	2,07	0,75	4,97	1,61	0,64	3,41	1,12	0,45	2,46
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	3,62	1,12	7,28	2,32	0,77	5,37	1,73	0,66	3,87	1,26	0,56	2,74
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	3,75	1,20	7,47	2,43	0,82	5,69	1,84	0,70	4,23	1,38	0,62	2,81
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	3,89	1,29	7,76	2,50	0,86	5,94	1,89	0,73	4,40	1,49	0,64	2,89
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	4,52	1,50	8,27	2,89	1,02	6,68	2,17	0,88	5,31	1,70	0,81	3,46
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	3,92	1,28	7,74	2,72	0,95	6,40	2,05	0,82	4,91	1,58	0,75	3,15
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	3,73	1,14	7,31	2,41	0,78	5,42	1,78	0,67	3,92	1,28	0,57	2,78
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	3,83	1,24	7,48	2,44	0,84	5,73	1,85	0,72	4,27	1,36	0,62	2,87
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,18	1,37	7,95	2,63	0,92	6,22	1,92	0,76	4,65	1,57	0,70	3,05
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,69	1,57	8,49	3,07	1,11	6,94	2,35	0,96	5,67	1,83	0,84	3,63
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,17	1,36	7,98	2,74	0,98	6,57	2,12	0,84	5,19	1,70	0,78	3,29
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,11	1,36	7,92	2,58	0,90	6,15	1,91	0,74	4,58	1,55	0,67	3,01
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,64	1,55	8,49	3,01	1,08	6,90	2,31	0,95	5,58	1,78	0,82	3,56
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,14	1,35	7,93	2,74	0,97	6,56	2,10	0,83	5,13	1,69	0,77	3,23
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,20	1,38	8,00	2,65	0,93	6,26	1,96	0,78	4,68	1,58	0,72	3,07
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,80	1,58	8,52	3,07	1,14	7,03	2,38	0,99	5,75	1,85	0,84	3,69
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,19	1,38	8,01	2,86	1,01	6,63	2,14	0,86	5,24	1,74	0,79	3,36
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,13	1,37	7,98	2,61	0,91	6,21	1,92	0,76	4,63	1,59	0,68	3,05
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,72	1,56	8,50	3,07	1,13	7,04	2,33	0,98	5,72	1,81	0,83	3,66
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,15	1,37	7,98	2,82	1,00	6,61	2,12	0,85	5,22	1,72	0,79	3,33
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)+Эпин	4,37	1,37	8,10	2,70	0,95	6,39	2,05	0,80	4,81	1,65	0,74	3,15
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O+Эпин	4,32	1,36	8,09	2,66	0,95	6,38	2,02	0,79	4,77	1,62	0,73	3,12
Сорт Дружба 2												
1. Без удобрений	3,44	1,16	7,00	1,56	0,93	5,57	1,09	0,82	3,76	0,81	0,68	2,48
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	3,63	1,23	7,26	1,71	1,00	5,88	1,16	0,87	4,19	0,92	0,71	2,72
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	3,89	1,30	7,51	1,87	1,08	6,43	1,27	0,93	4,57	0,99	0,73	2,88
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	4,05	1,36	7,68	1,90	1,12	6,53	1,39	0,95	4,73	1,10	0,76	3,01
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	4,38	1,61	8,02	2,18	1,33	7,39	1,72	1,14	5,85	1,24	0,97	3,75
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	4,06	1,36	7,80	2,24	1,22	7,11	1,87	1,05	5,38	1,31	0,92	3,50
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	3,78	1,27	7,39	1,83	1,04	6,09	1,24	0,89	4,34	1,00	0,72	2,83
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	3,92	1,31	7,54	1,88	1,09	6,44	1,33	0,94	4,61	1,08	0,74	2,90
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,24	1,42	7,89	2,04	1,17	6,80	1,54	1,01	4,99	1,21	0,81	3,21
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,60	1,66	8,25	2,37	1,41	7,65	1,85	1,18	6,16	1,39	1,02	4,02
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	4,21	1,42	7,91	2,45	1,27	7,32	2,11	1,11	5,53	1,54	0,95	3,69
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,21	1,41	7,87	2,02	1,15	6,77	1,50	0,99	4,88	1,18	0,78	3,09
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,53	1,65	8,23	2,33	1,39	7,62	1,83	1,17	6,10	1,34	1,02	3,88
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	4,23	1,43	7,90	2,41	1,26	7,29	2,07	1,09	5,50	1,47	0,93	3,61
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,28	1,47	7,90	2,08	1,19	6,86	1,57	1,04	5,05	1,23	0,83	3,28
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,63	1,70	8,40	2,40	1,47	7,73	1,89	1,25	6,33	1,43	1,05	4,11
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	4,29	1,46	7,93	2,56	1,30	7,32	2,11	1,14	5,69	1,57	0,97	3,78
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,28	1,45	7,87	2,05	1,19	6,83	1,56	1,03	4,93	1,19	0,79	3,21
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,58	1,69	8,32	2,37	1,44	7,68	1,83	1,22	6,34	1,36	1,03	4,04
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	4,29	1,45	7,91	2,52	1,31	7,32	2,09	1,13	5,62	1,50	0,96	3,73
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)+Эпин	4,31	1,49	8,03	2,08	1,22	7,01	1,61	1,07	5,21	1,27	0,85	3,37
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O+Эпин	4,29	1,48	8,00	2,01	1,20	6,96	1,57	1,05	5,13	1,24	0,83	3,33
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,032	0,008	0,038	0,022	0,006	0,030	0,017	0,005	0,027	0,018	0,006	0,022
НСР ₀₅ фактора Б (вариант)	0,106	0,026	0,125	0,072	0,021	0,100	0,057	0,018	0,088	0,060	0,020	0,074
НСР ₀₅ фактора АБ	0,151	0,036	0,176	0,102	0,030	0,141	0,081	0,025	0,125	0,085	0,029	0,105

Инокуляция семян проса сорта Дружба 2 бактериальным удобрением Ризобактерин оказывала влияние на химический состав растений в период вегетации, только на фоне минерального питания

N₁₄P₆₀K₉₀, где целенаправленно не применялись азотные удобрения. В результате применения Ризо-бактерина концентрация азота в фазу кушения культуры выросла по сравнению с фоном минерального питания на 0,15 %, фосфора – 0,4, калия – 0,13 % и составила 3,78; 1,30; 7,51 % соответственно. К фазе молочно-восковой спелости действие данного варианта опыта проявлялось только в отношении содержания азота и калия, содержание которых составило 1,00 % (+ 0,08 % к фону) и 2,83 % (+ 0,11 % к фону) соответственно.

Инкрустация семян проса сорта Дружба 2 микроэлементами в различных формах, также способствовала накоплению основных элементов питания в период вегетации. В лучшем по урожайности зерна варианте N₉₀P₆₀K₉₀+Cu (хелат.) в фазу кушения концентрация азота находилась на уровне 4,60 %, фосфора – 1,66 и калия 8,25 %, что соответственно на 0,22; 0,05 и 0,23 % превысило фон минерального питания (N₉₀P₆₀K₉₀). К фазе молочно-восковой спелости содержание азота в данном варианте опыта было на уровне 1,39 %, фосфора – 1,02 и калия - 4,02 %, что соответственно на 0,15; 0,05 и 0,27 % превысило фон минерального питания и на 0,58; 0,34 и 1,54 % контроль.

Применение при инкрустации семян проса сорта Дружба 2 микроэлементов в баковой смеси с регулятором роста Эпин на более низком фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₉₀ повышало накопление основных элементов питания. Так, использование в данной инкрустационной смеси хелатных форм меди и цинка увеличивало к фазе молочно-восковой спелости содержание азота по отношению к фону минерального питания (N₆₀P₆₀K₉₀) с 1,10 до 1,27 %, фосфора с 0,76 до 0,85 и калия с 3,01 до 3,37 %.

Уровень применения минеральных удобрений во многом определяют вынос элементов питания урожаем. На сорте Галинка максимальная урожайность зерна (44,0 ц/га) была получена в варианте с применением доз минеральных удобрений N₉₀P₆₀K₉₀ и инкрустации семян хелатной формой меди, при этом общий вынос основных элементов питания составил по азоту 121,4 кг/га, фосфору – 53,1 и калию – 162,3 кг/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на вынос основных элементов питания урожаем проса и зерновую продуктивность (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Общий вынос, кг/га					
	Галинка	Дружба 2	Галинка			Дружба 2		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений (контроль)	22,9	26,8	51,0	20,6	57,4	57,5	23,8	63,0
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	27,9	30,0	60,9	29,5	73,1	66,6	32,0	80,7
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	31,0	36,1	74,0	35,7	100,5	83,2	39,1	103,1
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	34,6	39,2	86,6	41,3	122,4	91,1	44,4	125,4
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	38,8	43,7	101,8	48,4	148,7	106,2	52,9	163,0
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	37,4	41,5	96,1	44,0	129,3	104,0	47,6	144,6
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	28,3	32,1	65,5	31,8	87,5	71,9	35,5	84,6
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	30,8	36,0	74,3	35,2	100,2	83,7	40,8	101,4
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	37,7	44,3	95,5	45,9	127,6	106,2	51,3	147,6
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	44,0	46,5	121,4	53,1	162,3	118,6	56,3	173,3
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu (хелат.)	40,7	43,4	108,7	47,7	157,2	112,3	49,4	164,5
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	36,4	42,3	93,1	44,6	118,9	100,6	48,2	137,6
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	42,0	44,7	114,3	52,1	160,8	110,9	55,2	162,7
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O	39,2	43,8	103,6	45,5	152,4	112,5	48,9	154,7
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	38,7	44,3	99,6	46,0	133,3	111,2	51,2	148,0
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	43,7	46,9	121,7	54,3	166,9	121,6	59,5	179,9
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)	42,3	45,9	113,2	49,2	144,9	121,4	56,2	168,7
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	39,0	41,3	99,3	44,1	124,2	100,6	48,1	142,0
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O	43,1	44,2	117,0	51,9	155,9	110,9	55,7	171,4
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	40,5	43,0	107,4	47,1	154,6	111,6	51,4	154,0
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +Cu+Zn (хелат.)+ Эпин	39,9	43,4	103,0	45,8	133,8	109,2	51,0	147,7
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ +CuSO ₄ *5H ₂ O+ZnSO ₄ *7H ₂ O+Эпин	39,1	42,2	101,0	48,1	138,1	103,8	51,4	140,8
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,28		–					
НСР ₀₅ фактора Б (вариант)	0,94							
НСР ₀₅ фактора АБ	1,34							

Следует отметить, что вынос элементов питания в большей степени зависел от доз азотных удобрений. Так, в варианте N₁₄P₆₀K₉₀, где 14 кг/га азота поступали только за счет аммофоса, общий вынос основных элементов питания почти в два раза был ниже варианта N₉₀P₆₀K₉₀ и составил по азоту 60,9 кг/га, фосфору – 29,5 и калию – 73,1 кг/га при продуктивности зерна 27,9 ц/га.

На сорте Дружба 2 применение N₉₀P₆₀K₉₀+Cu (хелат) обеспечило получение урожайности зерна на уровне 46,5 ц/га, при этом общий вынос азота составил 118,6 кг/га, фосфора – 56,3 и калия – 173,3 кг/га (табл. 2). Применение дозы минеральных удобрений N₁₄P₆₀K₉₀ на данном сорте позволило

получить урожайность зерна 30,0 ц/га при общем выносе азота 66,6 кг/га, фосфора – 32,0 и калия – 80,7 кг/га.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что содержание элементов питания в растениях проса в период вегетации, а также их накопление в урожае зависит от уровня применения минеральных удобрений, инкрустации семян микроэлементами, регулятором роста и инокуляции бактериальным препаратом.

Изучаемые сорта проса при одинаковом уровне минерального питания имели различную концентрацию азота, фосфора и калия в период роста и развития. На сорте Галинка наибольшая концентрация азота, фосфора и калия в сухой биомассе растений к концу вегетации отмечалась при применении доз минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{90}$, а у сорта Дружба 2 при данном уровне больше накапливалось фосфора и калия. Наибольшая концентрация азота у сорта Дружба 2 к моменту молочно-восковой спелости отмечается на фоне дробного внесения азотных удобрений в варианте $N_{60+30}P_{60}K_{90}$.

Инкрустация семян проса медью в хелатной форме и в форме простой соли способствует повышению концентрации основных элементов питания в растениях проса в период вегетации, а также накоплению их урожаем. Высокая концентрация азота, фосфора и калия в период роста и развития на сорте Галинка наблюдается в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применялась инкрустация семян хелатной формой меди. Данный вариант опыта обеспечивает получение максимальной продуктивности зерна – 44,0 ц/га, при общем выносе урожаем азота – 121,4 кг/га, фосфора – 53,1 и калия – 162,3 кг/га.

На сорте Дружба 2 наибольшая урожайность зерна (46,5 ц/га) также обеспечивается при инкрустации семян хелатной формой меди на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, при этом в данном варианте опыта к концу вегетации в сухой биомассе растений наблюдается высокая концентрация фосфора и калия. Общий вынос элементов питания при данной системе применения удобрений по азоту составляет 118,6 кг/га, фосфору – 56,3 и калию – 173,3 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барбасов, Н. В. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на продуктивность, вынос элементов питания и аминокислотный состав зерна ячменя кормового назначения // Вестник БГСХА. – 2019. – № 4. – С. 116–121.
2. Радкевич, М. Л. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного / М. Л. Радкевич // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 5 (132). – С. 31–35.
3. Курганская, С. Д. Поступление элементов питания в растения рапса ярового в зависимости от основного внесения микроэлементов и серы / С. Д. Курганская, С. П. Кукреш // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Ч. 2. Материалы международной научно-практической конференции / Отв. ред. И. Р. Вильдфлуш. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. – С. 176–178.
4. Система применения удобрений : учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 440. с.
5. Коготько, Ю. В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на урожайность и качество зерна проса // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 14–19.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 460 с.
8. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ПРОСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

И. М. НЕСТЕРОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nesterova2233@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.07.2020)

Основной проблемой развития сельского хозяйства Республики Беларусь остается дальнейшее увеличение валовых сборов зерна. В силу участившихся в последние годы засух, наблюдаемых в стране, проявляется интерес к использованию засухоустойчивых зерновых культур, таких как просо, которая способна сформировать высокий урожай зерна, когда другие культуры в условиях недостатка влаги резко снижают свою урожайность. Просо способно формировать урожай при различных сроках сева, что имеет значение для использования его в качестве страховой культуры. В связи с этим актуальным является определение оптимальных сроков сева для конкретной почвенно-климатической зоны республики.

В статье приводятся результаты трехлетних исследований по изучению влияния сроков сева на урожайность зерна проса сорта Галинка в условиях северо-восточной части Беларуси, на территории УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Установлено, что в зависимости от сроков сева длина вегетационного периода проса составляет 85–95 дней. Более короткий вегетационный период (85 дней) характерен для посева в первой декаде июня, более продолжительный (95 дней) – при севе в первой декаде мая. Оптимальным сроком сева проса сорта Галинка на зерно можно считать посев с третьей декады мая по первую декаду июня. В данные сроки формируются более высокие элементы структуры урожайности (количество зерен в метелке, вес зерна с 1 метелки), что в конечном итоге приводит к получению более высокой урожайности зерна – 34,1–35,5 ц/га.

Ключевые слова: просо, сорт, Галинка, урожайность, срок сева, элементы структуры урожайности, фазы роста.

The main problem of the development of agriculture in the Republic of Belarus is a further increase in gross grain harvest. Due to the more frequent droughts observed in the country in recent years, there is interest in the use of drought-resistant cereals, such as millet, which is capable of forming a high grain yield, when other crops in conditions of a lack of moisture sharply reduce their yield. Millet is capable of forming a crop at different sowing dates, which is important for its use as an insurance crop. In this regard, it is relevant to determine the optimal sowing time for a specific soil and climatic zone of the republic.

The article presents results of three-year research into the influence of sowing time on the yield of millet variety Galinka in the north-eastern part of Belarus, on the territory of Experimental Fields of Belarusian State Agricultural Academy, Goretzky District, Mogilev Region. It was found that, depending on the sowing time, the length of the growing season of millet is 85–95 days. A shorter growing season (85 days) is typical for sowing in the first ten days of June, a longer one (95 days) for sowing in the first ten days of May. The optimal time for sowing millet variety Galinka for grain is from May 20th to June 10th. In these terms, higher elements of yield structure are formed (the number of grains in a panicle, grain weight per panicle), which ultimately leads to a higher grain yield – 3.41–3.55 t/ha.

Key words: millet, variety, Galinka, yield, sowing time, elements of the yield structure, growth phases.

Введение

В последние годы в связи с заметным изменением климата в сторону потепления в Беларуси повысился интерес к просу обыкновенному, как к одной из засухоустойчивых однолетних культур, которую можно использовать не только как крупяную, но и как зернофуражную культуру.

Крупа из проса (пшено) отличается высокой питательностью и хорошими вкусовыми качествами, повышенным содержанием белка и жира, легкой развариваемостью и хорошей усвояемостью, уступая только овсяной крупе [1]. Потребность в зерне проса для производства пшена в Беларуси в настоящее время составляет 12 тыс. тонн. Для производства сырья в данном объеме просо на крупяные цели необходимо возделывать на площади 12–15 тыс. га. Но посевные площади в 2020 году составили всего 8,6 тыс. гектар. И хотя возможности данной культуры, по мнению ученых, в условиях республики могут обеспечивать получение урожайности зерна проса на уровне 60 ц/га, но фактическая урожайность остается невысокой. Так в 2020 году средняя урожайность проса в сельскохозяйственных организациях республики составила всего 21,0 ц/га [2, 3].

Необходимость расширения посевных площадей, отводимых под данную культуру, обосновывается и такими ее характеристиками, как способность использовать почвенную влагу, отзывчивостью на хорошую агротехнику, устойчивостью к недостатку влаги в течение всего периода вегетации. Просо меньше других зерновых культур страдает от болезней и вредителей. Кроме того, ему присущи такие качества, как мелкосемянность, скороспелость, длительность хранения семян [4, 5].

К достоинствам проса следует также отнести и растянутость периода сроков сева, что позволяет ей выполнять функции страховой культуры, которой можно пересевать погибшие на поздних этапах онтогенеза посевы озимых и яровых зерновых культур [6]. Ряд исследователей рекомендуют высевать просо на зерно от начала мая до середины июня [7–10].

Несмотря на свои достоинства, просо до сих пор не получило достаточного внимания в сельском хозяйстве Беларуси. Поэтому необходимо продолжать исследования по изучению влияния всех факторов на урожайность данной культуры. Одним из таких факторов является установление оптимального срока сева проса на зерно в конкретных почвенно-климатических условиях. Однако следует отметить, что так, как в условиях северо-восточной части Беларуси, реакция культуры на данный агроприем является недостаточно изученной, то это и послужило обоснованием для проведения научного исследования.

Таким образом, целью наших исследований было изучение влияния сроков сева на зерновую продуктивность проса сорта Галинка в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Научные исследования проводились в 2018–2020 гг. на территории УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м. Содержание гумуса в пахотном слое 1,58–1,7 %, рН – 5,6–6,1, подвижного фосфора 185–199 мг/кг, обменного калия 160–200 мг/кг. В качестве объекта исследований использовался сорт проса Галинка, внесенный в Государственный реестр сортов РБ.

Характеристика сорта: Скороспелый холодостойкий сорт. Период вегетации 79–98 дней. Пригоден для возделывания, как на зерно, так и на зеленую массу. Максимальная урожайность зерна – 62,9 ц/га, сухого вещества зеленой массы 85,2 ц/га. Масса 1000 семян 6,0–6,7 г. Устойчивость к полеганию 4–5 баллов.

Схема опыта. Влияние сроков посева на урожайность проса сорта Галинка (1 декада мая – 1 декада июня), интервал 10 дней.

Сроки сева. 1. Первый срок сева (5 мая) (контроль); 2. Второй срок сева (15 мая); 3. Третий срок сева (25 мая); 4. Четвёртый срок сева (5 июня).

Общая площадь делянки 30 м², учетная – 25 м². Повторность опыта четырехкратная. Агротехника опыта общепринятая, согласно отраслевому регламенту [11]. Норма высева семян 4,0 млн/га всхожих семян. Способ посева сплошной рядовой, глубина заделки семян 2–3 см. Предшественник – озимая пшеница. Под основную обработку почвы перед закладкой опытов вносились минеральные удобрения в дозе N₆₀ P₆₀ K₉₀. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна. В течение вегетации проводились необходимые учеты и наблюдения согласно общепринятым методикам. Экспериментальные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа [12].

Урожай и его качество при любом уровне агротехники находятся в определенной зависимости от климатических условий местности и погоды, которая устанавливается в период от сева до уборки. При этом особо заметное влияние оказывают тепловой режим и влагообеспеченность.

Метеорологические условия 2018–2020 гг. отличались как от среднесезонных, так и между собой, что не могло не отразиться на продуктивности растений проса и дало возможность объективно оценить эффективность различных сроков его сева (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия в годы проведения исследований, 2018–2020 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднесезонное	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднесезонное
Май	15,9	14,2	10,4	12,4	35,0	55,0	77,0	55,0
Июнь	16,2	19,9	19,0	15,9	85,0	42,0	142,0	77,0
Июль	18,9	15,7	17,3	17,6	92,0	135,0	152,0	88,0
Август	18,6	16,1	17,2	16,1	25,0	68,0	89,0	81,0

Вегетационный период 2018 г. характеризовался повышенными по сравнению со среднесезонными температурами в течение всего периода вегетации растений культуры. Количество же выпавших осадков существенно отличалось. В мае их выпало на 20 мм меньше, июнь и июль несущественно отличались от среднесезонных данных.

2019 г. характеризовался относительно теплым маем, в июне температура воздуха превысила среднесезонные данные на 4 °С, но количество выпавших осадков было меньше среднесезонных на 35 мм. Зато в июле осадков выпало в 1,5 раза больше среднесезонного их количества, что повлияло на продуктивность культуры.

Метеорологические условия 2020 г. характеризовались также существенными колебаниями как температурного, так и водного режимов. Начало вегетационного периода было прохладным (в мае температура была на 2 °С ниже нормы), затем она повысилась в июне и находилась в пределах нормы во вторую половину вегетации (июль–август). Количество же выпавших осадков, кроме августа месяца, было избыточным. Особенно много осадков выпало в июле, когда их количество составило 173 % от нормы. Это отразилось на дружности всходов, развитии растений в период вегетации и, соответственно на продуктивно-

сти зерна проса.

Продолжительность вегетационного периода – важнейшая хозяйственно-биологическая характеристика. Продолжительность вегетационного периода и его частей устанавливаются путем фенологических наблюдений. Проведенные наблюдения и учет полученных данных позволили более полно изучить динамику роста и развития проса, определить продолжительность фаз развития в зависимости от складывающихся в период вегетации метеорологических условий (табл. 2).

В результате проведенных наблюдений было установлено, что в условиях северо-восточной климатической зоны Беларуси, где проводились исследования, просо проходило все фенологические фазы, но сроки их наступления и продолжительность зависели от температурного и водного режимов, что в итоге сказалось на продолжительности фаз развития культуры.

Таблица 2. Продолжительность фаз развития проса в зависимости от сроков сева (среднее за 2018–2020 гг.), дней

Вариант	Посев-всходы	Кущение	Выход в трубку	Выметывание	Всходы – выметывание	Цветение	Созревание	Продолжительность периода
1 срок сева (контроль)	12	20	13	20	50	16	20	95
2 срок сева	10	18	12	19	45	14	18	90
3 срок сева	8	17	10	18	43	12	16	87
4 срок сева	6	15	10	17	40	10	15	85

Так, период от посева до появления всходов в среднем по годам исследований колебался в зависимости от срока сева от 6 до 12 дней. Фаза кущения наступала через 15–20 дней после всходов, при неблагоприятных условиях растягивалась и приводила к образованию побегов без соцветий (подсед). Выход в трубку начинался через 10–13 дней после начала кущения, сопровождался интенсивным ростом надземной массы. Выметывание наступало в зависимости от сроков сева через 17–20 дней после кущения (через 40–50 дней после появления всходов), фаза была растянута, что приводило к разнице в продуктивности метелок и неравномерности созревания.

Фаза цветения в зависимости от сроков сева наступала через 6–10 дней от начала выметывания и начиналось оно с верхних цветков, постепенно распространялось вниз и в глубь метелки. Цветение метелки длилось 10–12 дней, продолжительность фазы – 10–16 дней. Созревало зерно неодновременно и период был растянут от 15 до 20 дней. Зерно вначале начинало созревать в верхней части метелки, затем – в средней и, в конце, в – нижней.

В силу вышеуказанных причин, при посеве проса в разные сроки происходили изменения в продолжительности вегетационного периода, который в наших исследованиях изменялся от 85 до 95 дней. Вегетационный период проса сократился при посеве в третьей декаде мая (3 срок сева), наименьшим он был при посеве в первой декаде июня. При более раннем сроке сева вегетационный период оказался самым длительным – 95 дней.

Таким образом, неравномерное распределение тепла и влаги в период проведения исследований оказало влияние на рост и развитие растений проса, что в конечном счете и определило его продуктивность.

Для определения продуктивности зерновых культур необходимы данные об ее элементах, определяющих урожайность зерна, в том числе количестве растений на единице площади, количестве зерен в метелке, массе 1000 зерен и др.

Данные по структуре урожая показали (табл. 3), что сроки сева влияли на значения структурных компонентов урожайности.

Таблица 3. Влияние сроков сева на элементы структуры урожая зерна проса сорта Галинка, 2018–2020 гг.

Вариант	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество зерен в метелке, шт.	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г	Продуктивная кустистость, индекс
1 срок сева (контроль)	266	185	18,6	1,11	6,02	1,0
2 срок сева	270	197	19,4	1,21	6,13	1,0
3 срок сева	273	200	20,6	1,25	6,24	1,0
4 срок сева	275	206	20,8	1,29	6,27	1,0

На количество сохранившихся к уборке растений оказывали влияние метеорологические условия в период вегетации проса, степень засоренности сорными растениями и ряд других факторов.

В результате наших исследований выявлено, что количество растений перед уборкой в среднем за три года варьировало в пределах 266–275 шт./м². Наибольшее количество растений, сохранившихся к уборке отмечено при четвертом сроке сева и составило 275 шт./м², минимальное количество сохранившихся к уборке растений отмечено при первом сроке посева (266 шт./м²).

Важным показателем продуктивности проса является озерненность метелки и вес зерна с 1 метелки. Так количество зерен в метелке в зависимости от сроков сева увеличивалось от 185 штук (1 срок сева) до 206 штук при проведении сева в более поздние сроки сева (4 срок сева).

При посеве в первый срок (1 декада мая) вес зерна с метелки составил 1,11 грамма, а при посеве в бо-

лее поздний срок (1 декада июня) вес зерна с метелки увеличился и составил 1,29 грамма. Что касается длины метелки, то здесь также происходило увеличение этого показателя на 4,3–10,2 % в зависимости от срока сева. Масса 1000 семян находилась в пределах 6,02–6,27 грамма.

Просо отличается от других зерновых культур крайне низкой продуктивной кустистостью. Как правило, одно растение формирует одну продуктивную метелку [13], что и подтвердилось в результате проведенных исследований. Индекс продуктивной кустистости составил 1,0.

Таким образом, элементы структуры урожая в годы проведения исследований в значительной мере зависели от климатических условий вегетационного периода культуры. Если сравнивать урожайность проса по годам исследований, то более высокая урожайность зерна была отмечена в 2018 году – 40,6 ц/га при посеве в первую декаду июня, минимальная в 2020 году – 23,8 ц/га при посеве в первую декаду мая, что в первую очередь определялось погодными условиями вегетационного периода (табл. 4).

Таблица 4. Влияние сроков сева на урожайность зерна проса сорта Галинка, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю +, –	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	ц/га	%
1 срок сева (контроль)	36,4	28,6	23,8	29,6	–	–
2 срок сева	37,6	31,3	28,9	32,6	3,0	10,1
3 срок сева	38,7	33,8	29,8	34,1	4,5	15,2
4 срок сева	40,6	35,0	30,9	35,5	5,9	19,9
НСР ₀₅	0,91	1,12	0,72			

За годы проведения исследований наибольшая средняя урожайность зерна проса сорта Галинка была получена при севе в первую декаду июня – 35,5 ц/га, что по сравнению с контролем (1 срок сева) обеспечило получение прибавки на 5,9 ц/га, или на 19,9 %. При посеве в третий срок (3 декада мая) средняя урожайность по годам составила 34,1 ц/га. Наименьшая урожайность была при первом сроке сева (1 декада мая) – 29,6 ц/га. Урожайность зерна проса на уровне 32,6 ц/га была получена при втором сроке сева (2 декада мая).

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что в северо-восточной части Беларуси на дерново-подзолистых почвах в зависимости от сроков сева длина вегетационного периода проса сорта Галинка составляет 85–95 дней. Более короткий вегетационный период (85 дней) характерен для посева в первой декаде июня, более продолжительный (95 дней) – при севе в первой декаде мая.

Оптимальным сроком сева проса сорта Галинка на зерно можно считать посев с третьей декады мая по первую декаду июня. В данные сроки формируются более качественные элементы структуры урожая (количество зерен в метелке, вес зерна с 1 метелки), что в конечном итоге приводит к получению более высокой урожайности зерна – 34,1–35,5 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред И. Р. Видфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
2. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания проса на зерно. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 12 с.
3. Просо в Беларуси убрано почти с 20% площадей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/proso-v-belarusi-ubrano-pochti-s-20-ploschadej-404357-2020/>. – Дата доступа: 02.09.2020.
4. Анохина, Т. А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры / Т. А. Анохина // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 1. – С. 6.
5. Особенности возделывания многоукосных однолетних ценозов и сорговых культур / Н. П. Лукашевич [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – 44 с.
6. Анохина, Т. А. О необходимости создания страховых фондов семян проса в Беларуси / Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, В. П. Цыбульский // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 10. – С. 24–27.
7. Анохина, Т. А. Влияние некоторых агротехнических приемов на урожайность зерна и зеленой масса проса сорта быстрое в условиях Гродненской области / Т.А. Анохина, В.П. Цыбульский // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. Вып.40 / редкол.: М. А. Кадыров [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции. – Минск, 2004. – С. 96–101.
8. Кравцова, В. Н. Оценка факторов, определяющих урожайность зерна проса / В. Н. Кравцова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 40 / редкол.: М. А. Кадыров [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции. – Минск, 2004. – С. 188–193.
9. Макаревич, Е. М. Влияние сроков сева и минерального азота на урожайность проса сорта Быстрое / Е. М. Макаревич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 39 / редкол.: М. А. Кадыров [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции. – Минск, 2003. – С. 33–37.
10. Кравцов, С. В. О комплексной оценке проса в условиях Беларуси / С. В. Кравцов // Сборник статей научных сотрудников и аспирантов БелНИИЗК / под ред. М. А. Кадырова. – Минск, 2001. – С. 83–86.
11. Возделывание проса: типовые технологические процессы: отраслевой регламент введ. 02.06.2005. – Минск, 2005. – С. 91–98.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов / 5-е изд., доп. и перер. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
13. Вельсовская, Л. А. Корреляция продуктивности с другими элементами структуры урожая проса / Л. А. Вельсовская // Науч.-техн. бюл. – Орел, 1986. – Вып. 35. – С. 63–65.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ КОРНЕСТИМ, П ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

В. В. СКОРИНА, Р. М. ПУГАЧЕВ, Т. Н. КАМЕДЬКО

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

(Поступила в редакцию 02.09.2020)

Применение регуляторов способствует регулированию важнейших процессов в растительном организме и полнее реализовать потенциальные возможности сорта, заложенные в геноме природой и селекцией. Регуляторы роста, влияющие на ростовые процессы растений, нашли широкое практическое применение при выращивании и размножении плодово-ягодных культур.

В данной статье представлены результаты применения регулятора роста КорнеСтим, П при размножении смородины красной. Применение регулятора роста оказало положительное влияние на увеличение количества укоренённых растений в 2018 г. на 28,9 %, в 2019 г. на 31,55% по отношению к контролю, объёма корней на 64,6 % и 75,2 % соответственно и средней длины побегов на 46,8 % в годы исследований. Установлено, что при обработке одревесневших черенков перед посадкой регулятором роста КорнеСтим, П выход стандартных саженцев по отношению к контролю в условиях 2018 г. был выше на 73,3 %, в 2019 г. – на 62,1 %.

Из общего количества высаженных одревесневших черенков, при их обработке перед посадкой препаратом КорнеСтим, П укореняемость в 2018 году составила 90,8 %, в 2019 г. – 87,03 %, в контрольном варианте 70,4 % и 66,33 % соответственно.

Обработка регулятором роста одревесневших черенков при размножении смородины красной, оказывающая положительное влияние на укореняемость, является оправданным приемом в получении высококачественного посадочного материала.

Ключевые слова: регулятор роста, смородина красная, одревесневшие черенки, укореняемость.

The use of regulators contributes to the regulation of the most important processes in plant organism and helps to more fully realize the potential of the variety inherent in the genome by nature and selection. Growth regulators that affect the growth processes of plants have found wide practical application in the cultivation and reproduction of fruit and berry crops.

This article presents results of application of growth regulator KorneStim, P in the reproduction of red currant. The use of the growth regulator had a positive effect on an increase in the number of rooted plants in 2018 by 28.9 %, in 2019 by 31.55 % in relation to the control, the volume of roots by 64.6 % and 75.2 %, respectively, and average shoot length by 46.8 % in the years of research. It was found that when processing lignified cuttings before planting with the growth regulator KorneStim, P, the yield of standard seedlings in relation to control under the conditions of 2018 was higher by 73.3 %, in 2019 – by 62.1 %.

Of the total number of planted lignified cuttings, when they were treated before planting with KorneStim, P, the rooting rate in 2018 was 90.8 %, in 2019 – 87.03 %, in the control variant 70.4 % and 66.33 %, respectively.

The treatment with growth regulator of lignified cuttings during the reproduction of red currants, which has a positive effect on rooting, is a justified technique in obtaining high-quality planting material.

Key words: growth regulator, red currant, lignified cuttings, rooting.

Введение

Регуляторы роста растений – это органические соединения, вызывающие стимуляцию или ингибирование процессов роста и развития растений. Они могут быть как природными веществами, которые образуются в небольших количествах в самих растениях, а также в процессе жизнедеятельности бактерий и грибов, так и синтетическими препаратами.

Регуляторы роста способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Их применение дает возможность направленно регулировать важнейшие процессы в растительном организме, полнее реализовать потенциальные возможности сорта, заложенные в геноме природой и селекцией, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды – высоким и низким температурам, недостатку влаги.

Специфической особенностью регуляторов роста растений является их способность влиять на такие процессы, которые не могут регулироваться обычными агротехническими способами возделывания сельскохозяйственных культур, как орошение, применение удобрений и др.

Поэтому комплексный подход к применению регуляторов роста растений, обладающих как росторегулирующим, так и иммуностимулирующим действием в системе других элементов технологии, актуален и в настоящее время.

Повышение качества продукции и урожайности сельскохозяйственных культур требует, наряду с выведением новых сортов, разработки более современной системы организационных и агротехнических мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для роста и развития растений, реализации потенциальной продуктивности; предотвращения гибели посевов от воздействия неблагоприятных факторов.

гоприятных факторов внешней среды, защиту растений от вредителей и болезней; снижение в сельскохозяйственной продукции токсичных веществ и, в целом, экологической безопасности.

От развития зародыша до завершения жизненного цикла растения в регуляции обмена веществ на всех этапах его жизнедеятельности, участвует фитогормональная система [4, 13].

Фитогормоны определяют характер развития растения, формирования новых органов, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, переход к покою и выход из него, и многие другие процессы [5, 11].

Многие химические вещества, влияющие на рост растений и нашедшие практическое применение в растениеводстве, действуют по принципу сдвига гормонального статуса в сторону гормонов роста.

В настоящее время ростовые вещества, как природные, так и синтетические, применяются при обработке посевного или посадочного материала, вегетирующих растений, закладываемой на хранение сельскохозяйственной продукции, для увеличения урожайности, повышения качества, снижения затрат при уборке, активизации или подавления процессов расхода энергетических запасов в период хранения [1, 3, 6].

Важным аспектом действия регуляторов роста является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды – высоким и низким температурам, недостатку влаги, фитотоксичному действию пестицидов, поражаемости болезнями и вредителями [5, 9, 13].

Комплексный подход к применению регуляторов роста, обладающих как росторегулирующим, так и иммуностимулирующим действием в системе других элементов технологии, актуален и в настоящее время [7, 10, 11, 12].

Значительное количество регуляторов роста применяется при выращивании плодовых и ягодных культур.

В исследованиях Ю. Яновского [14] показано, что при применении регуляторов роста в различные фазы роста и развития яблони способствовало повышению урожайности яблок (на 18,5–28,7 %) и их товарности (на 28,0–42,0 %) по сравнению с контролем (обработка водой). Кроме того, при снижении температур, препараты способствуют повышению завязываемости плодов.

Применение регуляторов роста оказывало положительное влияние на приживаемость зеленых черенков смородины черной сорта Валовая. При обработке зеленых черенков Эпином приживаемость составляла 85,0 %, Корневином – 86,9 %. Кроме того, отмечают авторы исследований, значительное влияние регуляторы роста оказывали и на высоту прижившихся черенков, которая варьировала от 35,2 до 38,0 см [8].

В связи с этим целью исследований являлось изучить влияние регулятора роста растений КорнеСтим, П на укореняемость одревесневших черенков смородины красной.

Основная часть

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», филиале кафедры плодоовощеводства в ООО «Полисад».

Объектом исследования являлась смородина красная (сорт Красная Андрейченко). Для оценки эффективности при размножении черенками использовали регулятор роста растений КорнеСтим, П (действующее вещество – индоллил-3-масляная кислота, 5 г/кг). Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,4 % и рН – 6,1.

Обеспеченность опытного участка макро- и микроэлементами: подвижного фосфора (P_2O_5) – 262 мг/кг почвы; обменного калия (K_2O) – 273 мг/кг почвы. Предшественником, на котором проводилось испытание, являлся черный пар.

Посадку одревесневших черенков после их обработки проводили в 2018 г. – 17 апреля, в 2019 г. – 10 апреля. Схема посадки рядовая 0,9×0,1 м. Площадь опытной и учетной делянки составляла 9 м², расположение делянок – систематическое, повторность проведения опыта – 4-кратная.

Схема опыта включала следующие варианты: контроль (обработка водой). Регулятор роста растений КорнеСтим, П, (индоллил-3-масляная кислота, 5 г/кг) – опудривание препаратом нижних срезов черенков перед посадкой с нормой расхода 10–20 мг/черенок. Эталон. Регулятор роста растений КО-РЕНЬ Супер, ВРГ (4 индол-Зил) масляная кислота, 5 г/кг). Обмакивание предварительно увлажненного нижнего среза черенка перед посадкой с нормой расхода 10–20 мг/черенок.

Уход за культурой проводили в соответствии с отраслевым регламентом, утвержденным МСХиП 27.10. 2009 г.

Борьбу с сорной растительностью проводили в рядах вручную, в междурядьях – фрезерование. По мере необходимости проводилась борьба с вредителями препаратом Актеллик, КЭ – 1,5 л/га. Против

болезней применяли фунгицид Топаз, КЭ в норме 0,3 л/га. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась по методу Б. А. Доспехова, 1985 [2]. Метеорологические условия вегетационных периодов 2018 –2019 гг. отличались как по температурным параметрам, так и количеству выпавших осадков. Среднемесячные температуры вегетационного периода 2018 года существенно отличались от средних многолетних. В целом отмечены превышения среднемесячных температур в пределах на 1,9 °С в апреле, на 3,3 °С в мае и на 2,0 °С в августе.

В 2019 году отмечены превышения среднемесячных температур в пределах 1,4 °С и 1,7 °С в апреле и мае, и на 3,9 °С в июне. Колебания температур по декадам так же были существенными.

Начало и конец вегетации в 2018 г. было более засушливым. Избыточное увлажнение отмечалось в июле месяце.

По количеству выпавших осадков условия вегетационного периода 2019 года отличались от средних многолетних. В начале вегетации выпало незначительное количество осадков, в июле – в 1,8 раза больше по сравнению со средними многолетними значениями.

При применении регулятора роста КорнеСтим, П для лучшего укоренения одревесневших черенков смородины красной с нормой расхода 10–20 мг/черенок установлено статистически достоверное увеличение количества укоренённых растений на 28,9 % по отношению к контрольному варианту, в варианте с применением эталона – 26,5% (табл. 1).

Количество основных скелетных корней у смородины красной при обработке черенков препаратом увеличилось на 52,3 % и 46,5 % соответственно в опытном и эталонном варианте, объём корней увеличился на 64,6 % и 56,4 % соответственно, средняя длина побегов на 46,8 % и 47,5%. Толщина стволика у корневой шейки в опытном варианте у саженцев смородины красной была на 2,26 мм (34,0 %), а эталонном варианте на 1,6 мм (24,1 %) больше по сравнению с контролем.

Таблица 1. Приживаемость и биометрические показатели саженцев смородины красной, 2018 г.

Варианты опыта	Укоренилось, %	Количество основных скелетных корней, шт.	Объём корней, см ³	Средняя длина побегов, см	Толщина стволика у корневой шейки, мм
Контроль (обработка водой)	70,4	3,1	16,8	24,2	6,7
КорнеСтим, П	90,8	4,7	27,7	35,5	8,9
Эталон. КОРЕНЬ Супер, ВРГ	89,1	4,5	26,3	35,7	8,3
НСР ₀₅	5,424	0,357	1,5314	2,750	0,581

В условиях 2019 г. при применении регулятора роста растений КорнеСтим, П при укоренении одревесневших черенков смородины красной (табл. 2) выявлено достоверное увеличение количества укоренённых растений на 31,2 % по отношению к контролю, а в варианте с применением регулятора КОРЕНЬ Супер, ВРГ (эталон) – 31,55%. Количество основных скелетных корней у смородины красной при обработке черенков препаратом КорнеСтим, П увеличилось в опытном варианте на 55,1 % и на 46,9 % при обработке эталоном. Объём корней соответственно увеличился на 75,2 % и 64,2 %, средняя длина побегов на 46,8 % и 46,1 %. Толщина стволика у корневой шейки при применении регулятора роста КорнеСтим, П у саженцев смородины красной была на 2,38 мм (38,1 %), при обработке эталоном на 1,66 мм (26,6 %) больше по сравнению с контролем.

Таблица 2. Приживаемость и биометрические показатели саженцев смородины красной, 2019 г.

Варианты опыта	Укоренилось, %	Количество основных скелетных корней, шт.	Объём корней, см ³	Средняя длина побегов, см	Толщина стволика у корневой шейки, мм
Контроль (обработка водой)	66,33	2,94	15,51	23,31	6,24
КорнеСтим, П	87,03	4,56	27,18	34,21	8,62
Эталон. КОРЕНЬ Супер, ВРГ	87,22	4,32	25,46	34,06	7,9
НСР ₀₅	5,015	0,231	1,754	2,048	0,632

Применение регулятора роста растений КорнеСтим, П в 2018 г. позволило достоверно увеличить выход стандартных саженцев на 73,3 % при укоренении черенков смородины красной, что на 24,7 процентных пункта больше чем в контрольном варианте (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность применения регулятора роста на смородине красной

Варианты опыта	Выход стандартных саженцев, %	
	2018 г.	2019 г.
Контроль (обработка водой)	33,7	32,2
КорнеСтим, П	58,4	66,4
Эталон. КОРЕНЬ Супер, ВРГ	50,4	57,9
НСР ₀₅	3,21	4,73

В 2019 г. отмечено увеличение выхода стандартных саженцев при обработке регулятором роста КорнеСтим, П более чем в два раза при укоренении черенков смородины красной, что на 34,2 процентных пункта больше, чем в контрольном варианте (обработка водой).

Выход стандартных саженцев смородины красной при обработке регулятором роста КорнеСтим, П составил 66,4 %, Корень Супер ВРГ – 57,9 %, контроле – 32,2 %.

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют, что применение препарата регулятора роста растений КорнеСтим, П при опудривании нижних срезов черенков перед посадкой одревесневших черенков смородины красной способствовало лучшему их укоренению и увеличению выхода стандартных саженцев.

Из общего количества высаженных одревесневших черенков, при их обработке перед посадкой препаратом КорнеСтим, П укореняемость в 2018 году составила 90,8 %, в 2019 г. – 87,03 %, в контрольном варианте 70,4 % и 66,33 % соответственно.

Применение данного препарата способствовало увеличению выхода стандартных саженцев в 2018 г. на 73,3 %, в 2019 г. на 62,1 %.

Обработка регулятором роста одревесневших черенков при размножении смородины красной существенно влияет на выход стандартных саженцев, стимулирует укореняемость, является экономически целесообразным оправданным приемом в получении высококачественного посадочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов, Н. Н. Дозаривание зеленых плодов томатов с помощью ростовых активных веществ / Н. Н. Баранов, В. Н. Лобов // Регуляторы роста и развития растений. – М.: Наука, 1982. – С. 227–228.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Калинин, Ф. Л. Биология регуляции онтогенеза растительной клетки / В. М. Троян, А. М. Михно и др. – Киев: Наукова думка Д., 1983. – 267 с.
4. Кефели, В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В. И. Кефели. – М.: Наука, 1974. – 253 с.
5. Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений / В. И. Кефели [и др.] // Итоги науки и техники. – ВНИИТЭН. – Сер. физиология растений 1990. – Т. 7 – С. 26–111.
6. Матевосян, Г. Л. Новый Физиологический подход к фитотермофизиологическому применению регуляторов роста растений / Г. Л. Матевосян // Резервы повышения урожайности с.-х. культур. – Л.: Наука, 1989. – С. 4–9.
7. Муромцев, Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. – 1993. – №3. – С. 21–24.
8. Нигматзянов, Р. А., Сорокопудов В. Н. Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков смородины черной / Р. А. Нигматзянов, В. Н. Сорокопудов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – № 50. – С. 224–228.
9. Полевой, В. В. Фитогормоны / В. В. Полевой. – Л.: Изд-во Лен. ун-та, 1982. – 15 с.
10. Попов, М. Результаты внедрения стимуляционных методов в земледельческую практику / М. Попов. – София: Болгарская Ап, 1954.
11. Прусакова, Л. Д. Регуляторы роста в растениеводстве. / Л. Д. Прусакова. – С.-х. биология, 1984. – № 3 – С. 3–11.
12. Радужева, Г. Е. Физиологические аспекты действия химических регуляторов роста на растения / Г. Е. Радужева, В. С. Радуев // М.: Наука, 1982. – С. 5–10.
13. Шевелуха, В. С. Регуляторы роста растений / В. С. Шевелуха. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
14. Яновский, Ю. Регуляторы роста растений в промышленных многолетних насаждениях в весенний период вегетации / Ю. Яновский // Современные агротехнологии по применению биопрепаратов и регуляторов роста Спецвыпуск журн. Пропозиция. – 2015. – С. 40–43.

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ ГУМУСИРОВАННОСТИ И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

В. Б. ВОРОБЬЕВ

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

(Поступила в редакцию 10.09.2020)

В исследованиях, проведенных методом микроплощадок, установлено, что количество подвижных гумусовых веществ в почве зависит как от ее гумусированности, так и от дозы азотного удобрения. К моменту уборки зерна ячменя, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса от 1,2 до 2,4 % без применения азота, содержание углерода подвижных гумусовых веществ в почве находилось в пределах от 0,152 до 0,344 % и составило в среднем 0,248 %. Доза азота 80 кг/га, внесенная в основную заправку, увеличила содержание углерода подвижных гумусовых веществ в среднем до 0,285 %. Дополнительные азотные подкормки в конце фазы кущения–начале фазы выхода в трубку в дозах N₂₀, N₄₀ и N₆₀ уменьшили среднее содержание углерода подвижного гумуса соответственно до 0,239, 0,231 и 0,206 %. В интервале гумусированности почвы от 1,2 до 2,4 % увеличение содержания гумуса на 0,1 % на делянках без применения азотного удобрения сопровождалось увеличением содержания углерода подвижного гумуса на 0,016 %. При дозе азота N₈₀, N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ и N₈₀₊₆₀ в среднем на 0,015, 0,011, 0,009 и 0,008 % соответственно.

При этом по мере увеличения гумусированности почвы доля углерода подвижных гумусовых веществ в составе гумуса в контрольном варианте и в варианте с дозой азота 80 кг/га возросла, а при дозе азота N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ и N₈₀₊₆₀ – снижалась.

Ключевые слова: Дерново-подзолистая почва, дозы азота, содержание гумуса, содержание подвижных гумусовых веществ, доля подвижных гумусовых веществ в составе гумуса.

In studies carried out by the method of micro-plots, it was found that the amount of mobile humic substances in the soil depends on both its humus content and the dose of nitrogen fertilization. By the time of harvesting the grain of barley cultivated on sod-podzolic light loamy soil with a humus content of 1.2 to 2.4 % without the use of nitrogen, the carbon content of mobile humic substances in the soil ranged from 0.152 to 0.344 % and averaged 0.248 %. A nitrogen dose of 80 kg / ha, introduced into the main application, increased the carbon content of mobile humic substances to an average of 0.285 %. Additional nitrogen fertilization at the end of the tillering phase – the beginning of the stemming phase in doses of N₂₀, N₄₀ and N₆₀ reduced the average carbon content of mobile humus to 0.239, 0.231 and 0.206 %, respectively. In the range of soil humus content from 1.2 to 2.4 %, an increase in the humus content by 0.1 % on plots without the use of nitrogen fertilizer was accompanied by an increase in the carbon content of mobile humus by 0.016 %. With a dose of nitrogen N₈₀, N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ and N₈₀₊₆₀, it increased on average by 0.015, 0.011, 0.009 and 0.008 %, respectively.

At the same time, as the soil humus content increased, the proportion of carbon of mobile humic substances in the humus composition in the control variant and in the variant with a nitrogen dose of 80 kg / ha increased, and with a nitrogen dose of N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ and N₈₀₊₆₀, it decreased.

Key words: sod-podzolic soil, nitrogen doses, humus content, content of mobile humic substances, the proportion of mobile humic substances in humus.

Введение

Гумусовое состояние почвы, занятой в сельскохозяйственном производстве определяется в первую очередь особенностями хозяйственной деятельности человека. Применяя удобрения, мелиоранты, средства защиты растений, подбирая севообороты, выполняя различные способы обработки, человек может существенно изменять содержание в почве гумуса, а также повлиять на показатели, характеризующие его качественный состав.

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих качественный состав гумуса, является содержание подвижных гумусовых веществ, представляющих собой наиболее молодые соединения гумуса, которые отличаются повышенным содержанием азота и очень неустойчивым состоянием. Они быстро минерализуются и принимают активное участие в малом биологическом круговороте веществ [9, 8, 6]. Это самая динамичная часть гумуса, время обновления которой исчисляется годами и даже месяцами. Иными словами подвижные гумусовые вещества являются для растений наиболее доступным источником азота [7].

Условно различают подвижные и лабильные гумусовые вещества. Они обладают сходными свойствами, несут практически одинаковую информацию об особенностях трансформации и новообразования гумуса и отличаются лишь способами выделения. Так, например, лабильные гумусовые вещества экстрагируются из почвы нейтральным 0,1N раствором пиррофосфата натрия, подвижные – 0,1M раствором NaOH [10]. Их содержание в почве очень изменчиво и во многом определяется количеством и качеством послеуборочных остатков, содержанием полуразложившегося органического вещества и азота, а также факторами внешней среды, оказывающими непосредственное влияние на биологическую активность почвы. Не экстрагируемую вышеназванными растворами часть гумуса условно называют стабильной. Она в значительно меньшей степени служит источником питания рас-

тений, но, тем не менее, определяет многие свойства почвы [7]. Эта часть гумуса более прочно связана с минеральной частью почвы и в гораздо меньшей степени принимает участие в биологическом круговороте веществ.

К сожалению, в полевых опытах чрезвычайно сложно создать варианты с одинаковым содержанием гумуса, но с различной долей лабильных гумусовых веществ в его составе. Это затрудняет выявление их роли в формировании урожайности сельскохозяйственных культур. Тем не менее, можно отметить, что если при окультуривании почвы увеличение содержания гумуса не сопровождается увеличением содержания его подвижных форм, то оно не приведет к росту урожайности. При этом между содержанием в почве подвижных форм гумуса и продуктивностью культурных растений существует достаточно тесная взаимосвязь [1, 3, 4].

Минеральные удобрения, как правило, увеличивают подвижность гумуса [5], однако роль различных доз азота в накоплении подвижных гумусовых веществ, особенно на почвах с различным содержанием гумуса требует уточнения. Именно поэтому мы попытались выявить наиболее общие закономерности в изменениях степени подвижности гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, в зависимости от ее гумусированности и доз азотного удобрения.

Основная часть

Исследования проводились методом микроделянок [2]. Для этого в учебно-опытном хозяйстве УО БГСХА были подобраны 2 поля, расположенные на почве одного генезиса, имеющие одинаковую историю, отличающиеся выровненным рельефом и автоморфным типом увлажнения. Ежегодно на одном из подобранных полей выделялся массив опытного участка длиной около 1 км и шириной 60 метров. На этом участке в посевах ячменя сорта Гонар, возделываемого на фоне $N_{80}P_{60}K_{120}$, с помощью технологической колеи в фазу конец кущения – начало выхода в трубку были внесены в подкормку следующие дозы азотного удобрения: N_{20} , N_{40} и N_{60} . Предшественником ячменя был яровой рапс. Контролем служил вариант без применения азота. Выделенный массив захватывал несколько элементарных почвенных участков с содержанием гумуса от 1 до 3 %. Норма высева ячменя – 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал: обработку гербицидом «Прима» в дозе 0,6 л/га (фаза кущения), обработку фунгицидом «Рекс Дуо» в дозе 0,5 л/га (фаза колошения).

На всех создаваемых вариантах азотного питания выделялось около 40 микроделянок (учетных площадок), с которых учитывались урожайность зерна и соломы, отбирались образцы почвы для анализа на показатели, характеризующие гумусовое состояние. Общее содержание гумуса в почве определяли методом И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова (ГОСТ 26107–84), содержание подвижных гумусовых веществ – по методу М. А. Егорова (в 0,2 М растворе NaOH) [10].

Полученные результаты подвергались корреляционно-регрессионному анализу.

Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессах. Ее агрохимические показатели в пахотном горизонте учетных площадок изменялись в широких пределах, однако практически все они находилась в тесной корреляционной зависимости от содержания в почве гумуса и поэтому, как правило, учетные делянки с близким содержанием гумуса относились к одинаковым группам по содержанию подвижных соединений фосфора и калия.

Исследования показали, что содержание в почве подвижных гумусовых веществ зависит в первую очередь от ее гумусированности. Это подтверждается наличием между данными показателями, как правило, тесных прямолинейных корреляционных связей, которые в отдельные годы исследований характеризовались коэффициентами корреляции от 0,63 до 0,95.

Для обобщения результатов 3-х лет исследований (всего около 600 пар сравнения) нами были рассчитаны трендовая модель, показывающая, как изменяется содержание углерода подвижных гумусовых веществ в зависимости от гумусированности почвы и доз азотного удобрения, применяемых в посевах ячменя (табл. 1).

Таблица 1. Трендовая модель содержания углерода подвижных гумусовых веществ (Y, % от массы почвы) при разных дозах азотного удобрения в посевах ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с различным содержанием углерода гумуса

Дозы азота	г	Уравнения регрессии	Содержание в почве гумуса (X, %)							
			1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Без азота	0,91	$Y=0,16X-0,04$	0,152	0,184	0,216	0,248	0,280	0,312	0,344	–
N_{80}	0,86	$Y=0,015+0,15X$	0,195	0,225	0,255	0,285	0,315	0,345	0,375	–
N_{80+20}	0,94	$Y=0,005+0,13X$	0,161	0,187	0,213	0,239	0,265	0,291	0,317	0,343
N_{80+40}	0,80	$Y=0,035+0,1033X$	0,159	0,180	0,200	0,221	0,242	0,262	0,283	0,304
N_{80+60}	0,47	$Y=0,052+0,0854X$	0,154	0,172	0,189	0,206	0,223	0,240	0,257	–

Согласно данной модели, содержание углерода подвижных гумусовых веществ в варианте без применения азота в интервале гумусированности почвы от 1,2 до 2,4 % находилось в пределах от

0,152 до 0,344 % и составило в среднем 0,248 %. При этом увеличение гумусированности почвы на 0,1 % сопровождалось увеличением содержания углерода подвижного гумуса на 0,016 %.

В этом же интервале гумусированности почвы доза азота 80 кг/га, внесенная в основную заправку, увеличила содержание углерода подвижных гумусовых веществ в среднем до 0,285 %. На фоне минимальной гумусированности почвы (1,2 %) значение данного показателя составило 0,161 %, на фоне максимальной (2,4 %) – 0,375 %. В данном варианте увеличение гумусированности почвы на 0,1 % сопровождалось увеличением содержания углерода подвижного гумуса на 0,015 %.

В интервале гумусированности почвы от 1,20 до 2,40 % азотные подкормки в конце фазы кушения – начале фазы выхода в трубку в дозах N₂₀, N₄₀ и N₆₀ уменьшили среднее содержание углерода подвижного гумуса соответственно до 0,239, 0,231 и 0,206 %. При этом на фоне доз азота N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ и N₈₀₊₆₀ увеличение содержания гумуса на 0,1 % сопровождалось увеличением содержания углерода подвижных гумусовых веществ в среднем на 0,011, 0,009 и 0,008 %.

Следует отметить, что во всех вариантах с применением азотного удобрения доля углерода подвижных гумусовых веществ оказалась более высокой, чем в варианте без азота (табл. 2).

При увеличении гумусированности почвы с 1,20 до 2,40 %, доля углерода подвижных гумусовых веществ в составе углерода гумуса в контрольном варианте и в варианте с дозой азота 80 кг/га возросла в среднем за годы исследований соответственно с 10,3 и 12,9 до 13,1 и 14,0 %. На фоне более высоких доз азота, наоборот, значение данного показателя по мере увеличения гумусированности почвы снижалось.

В целом увеличение содержания гумуса на каждые 0,1 % в контрольном варианте и в варианте с дозой азота 80 кг/га сопровождался увеличением доли азота в составе гумуса на 0,23 и 0,09 %. В вариантах с дозами азота N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ и N₈₀₊₆₀ – снижением соответственно на 0,025, 0,20 и 0,31 %.

Таблица 2. Трендовая модель содержания углерода подвижных гумусовых веществ (% от углерода гумуса) при разных дозах азотного удобрения в посевах ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с различным содержанием гумуса

Дозы азота	Содержание в почве гумуса, %							
	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Без азота	10,3	11,1	11,7	12,1	12,6	12,9	13,1	–
N ₈₀	12,9	13,2	13,4	13,6	13,7	13,8	14,0	–
N ₈₀₊₂₀	13,7	13,6	13,5	13,5	13,4	13,4	13,4	13,3
N ₈₀₊₄₀	15,3	14,7	14,1	13,7	13,4	13,0	12,9	12,6
N ₈₀₊₆₀	16,0	14,9	14,1	13,6	13,0	12,6	12,3	–

Учитывая то, что образцы почвы для анализа на гумусовое состояние нами были отобраны во время уборки ячменя, а также то, что существует связь между содержанием в почве гумуса, урожайностью и биологической активностью почвы можно предположить, что внесение азотного удобрения в дозе 100 кг/га при достаточно высоком запасе минерального азота в почве способствовало более активному развитию (а соответственно и большему потреблению азота) растений и микроорганизмов в первой половине вегетации. При этом к концу вегетационного периода минерального азота как для почвенной биоты, так и для растений оказалось недостаточно. Это привело к более интенсивной минерализации подвижных гумусовых веществ, особенно в почве с более высоким содержанием гумуса. Именно поэтому при увеличении гумусированности почвы в вариантах с суммарной дозой азота более 100 кг/га доля подвижных гумусовых веществ в составе гумуса снижалась.

Представленные в таблицах данные убедительно говорят о том, что азотные удобрения оказывают существенное влияние на обогащенность гумуса его наиболее активными компонентами.

Следует отметить, что основная часть стабильных гумусовых веществ представлена в почве негидролизующим остатком (гумином). Это наиболее инертная часть гумуса, прочно связанная с минеральной частью почвы и не выделяемая из нее обычными методами экстрагирования. Она почти не подвергается микробному разложению, а содержащиеся в ней элементы питания практически не вовлекаются в малый биологический круговорот. Время обновления негидролизующего остатка исчисляется сотнями лет.

Корреляционная связь между содержанием в почве гумуса и содержанием негидролизующего остатка была прямолинейной и характеризовалась коэффициентом корреляции 0,95. Анализ этой связи показал, что увеличение содержания в почве углерода гумуса на 1 % сопровождалось дополнительной прибавкой углерода негидролизующего остатка на 0,73 %. При этом его доля в составе углерода гумуса колебалась от 40,8 до 63,3 %. Это лишнее раз говорит о том, что чем больше в почве гумуса, тем он более инертен, а соответственно содержащиеся в нем элементы питания растений, и в первую очередь азот, менее доступны для растений.

Заключение

Доля подвижных гумусовых веществ в составе гумуса зависит как от его содержания, так и от дозы азотного удобрения:

1. К моменту уборки зерна ячменя, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса от 1,2 до 2,4 % без применения азотного удобрения содержание углерода подвижных гумусовых веществ в почве находилось в пределах от 0,152 до 0,344 % и составило в среднем 0,248 %. Доза азота 80 кг/га, внесенная в основную заправку, увеличила содержание углерода подвижных гумусовых веществ в среднем до 0,285 %. Азотные подкормки в конце фазы кушения – начале фазы выхода в трубку в дозах N₂₀, N₄₀ и N₆₀ уменьшили среднее содержание углерода подвижного гумуса соответственно до 0,239, 0,231 и 0,206 %.

2. В варианте без применения азотного удобрения в интервале гумусированности почвы от 1,2 до 2,4 % увеличение содержания гумуса на 0,1 % сопровождалось увеличением содержания углерода подвижного гумуса на 0,016 %. В вариантах с дозой азота N₈₀, N₈₀₊₂₀, N₈₀₊₄₀ и N₈₀₊₆₀ увеличение содержания гумуса на 0,1 % сопровождалось увеличением содержания углерода подвижных гумусовых веществ в среднем на 0,015, 0,011, 0,009 и 0,008 %.

3. При увеличении гумусированности почвы с 1,20 до 2,40 %, доля углерода подвижных гумусовых веществ в составе углерода гумуса в контрольном варианте и в варианте с дозой азота 80 кг/га возросла в среднем соответственно с 10,3 и 12,9 до 13,1 и 14,0 %. На фоне более высоких доз азота значение данного показателя по мере увеличения гумусированности почвы снижалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, В. Б. Закономерности изменения гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием антропогенной нагрузки: монография / В. Б. Воробьев. – Горки, 2012. – 160 с.

2. Воробьев, В. Б. Методика закладки полевого опыта на почве с различным уровнем содержания гумуса. Рекомендации для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов учебных заведений агроэкологического профиля / В. Б. Воробьев, Г. В. Седукова. – Горки, 2018. – 20 С.

3. Воробьев, В. Б. Оценка влияния качества гумуса на урожайность ячменя / В. Б. Воробьев, Г. В. Седукова // Земляробства і ахова раслін, 2005. – №2, – С. 30–31.

4. Ганжара, Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв европейской части СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.03 / Н. Ф. Ганжара; Московская с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 1988. – 31 с.

5. Грейсман, Г. Влияние систем удобрений на агрохимические свойства и качественный состав гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы / Г. Грейсман, В. Янушене // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях: материалы междунар. науч. - практ. конф. – Жодино, 2000. – С. 148–151.

6. Кураченко, Н. Л. Влияние удобрений и мелиорантов на структурно-агрегатное состояние серых лесных почв и содержание в них лабильных гумусовых веществ / Н. Л. Кураченко, Ю. Н. Трубников // Агрохимия. – 2002. – № 5. – С. 17–21.

7. Литвинович, А. В. Изменение показателей почвенного плодородия и лабильной части гумуса дерново-подзолистой песчаной почвы при интенсивном окультуривании и в условиях хозяйственного истощения / А. В. Литвинович, О. Ю. Павлова, Д. В. Чернов // Агрохимия. – 2003. – № 4. – С. 14–21.

8. Мамонтов, В. Г. Содержание и состав лабильного органического вещества в дерново-подзолистой почве при внесении низких доз органических удобрений / В. Г. Мамонтов [и др.] // Изв. ТСХА, 2004. – № 2. – С. 52–60.

9. Овчинникова, М. Ф. Содержание, состав, подвижность гумусовых веществ дерново-подзолистой почвы и уровень ее биопродуктивности при длительном применении агрохимических средств / М. Ф. Овчинникова, Н. Ф. Гомонова, Г. В. Минеев // Докл. РАСХН, 2003. – № 5. – С. 22–35.

10. Рекомендации для исследования баланса гумуса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании почв / ВАСХНИЛ; Почв. Ин - т им. В. В. Докучаева. – М., 1984. – 96 с.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Л. И. КОВАЛЕВСКАЯ, В. И. БУШУЕВА, М. В. ЛЮБЕЗНАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: loleonidia3@gmail.com

(Поступила в редакцию 14.09.2020)

В статье представлены результаты комплексной селекционной оценки исходного материала клевера лугового и выделены источники наиболее значимых хозяйственно полезных признаков и свойств для создания раннеспелых высокопродуктивных сортов. В качестве источников высокой урожайности зеленой массы выделены сортообразцы Давая ($8,6 \text{ кг/м}^2$), ГПТТ-2 ($8,2 \text{ кг/м}^2$) и ГПТТ-ранний ($8,5 \text{ кг/м}^2$); урожайности сухого вещества – Долголетний, Ранний 2 ($1,5 \text{ кг/м}^2$), Т-46 и ГПТТ-ранний ($1,6 \text{ кг/м}^2$); высокой облиственности растений – Ранний 2 (49,4 %), ГПТТ-ранний (48,3 %) и Алтын (47,3 %); высокого содержания сухого вещества в зеленой массе – Т-46 (20,1 %), ТОС-ранний (18,4 %) и Долголетний (18,4 %); семенной продуктивности – Алтын ($17,6 \text{ г/м}^2$), ГП-Д2 ($17,0 \text{ г/м}^2$) и Устойливы ($18,3 \text{ г/м}^2$).

Выявлено влияние метеорологических условий года исследований на формирование урожайности зеленой массы, сухого вещества, семян и других хозяйственных показателей в течение всего вегетационного периода клевера лугового. Сам же вегетационный период клевера лугового, способен смещаться в сторону увеличения или уменьшения до 20 – 25 дней, в зависимости от метеоусловий в период созревания семян.

Установлена тесная корреляционная связь семенной продуктивности с количеством семян на стебле, штук ($r = 0,90$) и грамм ($r = 0,97$), количеством соцветий на стебле ($r = 0,75$), обсемененностью головок ($r = 0,71$). В средней степени семенная продуктивность зависит от массы 1000 семян ($r = 0,43$). Слабая сопряженность выявлена между семенной продуктивностью и количеством продуктивных стеблей ($r = 0,17$). Корреляционная связь с урожайностью зеленой массы отрицательная ($r = -0,08$).

Ключевые слова: клевер луговой, сортообразцы, исходный материал, источники, урожайность, продуктивность, облиственность, корреляция.

The article presents results of a comprehensive selection assessment of the initial material of meadow clover and highlights the sources of the most significant economically useful traits and properties for the creation of early-maturing highly productive varieties. As sources of high yields of green mass, the varieties Danaia (8.6 kg / m^2), GPPT-2 (8.2 kg / m^2) and GPPT-early (8.5 kg / m^2) were selected; dry matter yield – Long-term, Early 2 (1.5 kg / m^2), T-46 and GPPT-early (1.6 kg / m^2); high plant foliage – Early 2 (49.4 %), GPPT-early (48.3 %) and Altyn (47.3 %); high dry matter content in green mass – T-46 (20.1 %), TOS-early (18.4 %) and Long-term (18.4 %); seed productivity – Altyn (17.6 g / m^2), GP-D2 (17.0 g / m^2) and Resistant (18.3 g / m^2).

The influence of meteorological conditions of the year of research on the formation of yield of green mass, dry matter, seeds and other economic indicators during the entire growing season of meadow clover was revealed. The growing season of meadow clover itself is able to shift upward or downward up to 20–25 days, depending on the weather conditions during the period of seed ripening.

A close correlation was established between seed productivity and the number of seeds on the stem, pieces ($r = 0.90$) and grams ($r = 0.97$), the number of inflorescences on the stem ($r = 0.75$), and the number of seeds in the head ($r = 0.71$). On average, seed productivity depends on the weight of 1000 seeds ($r = 0.43$). A weak correlation was found between seed productivity and the number of productive stems ($r = 0.17$). The correlation with the yield of green mass is negative ($r = -0.08$).

Key words: meadow clover, variety samples, source material, sources, yield, productivity, leafiness, correlation.

Введение

Клевер луговой является одной из ведущих многолетних кормовых бобовых трав не только Республике Беларусь, но и во многих странах мира. Использование клевера лугового не только как кормовой культуры, но и в качестве прекрасного предшественника в звене севооборота, эффективного средства для восстановления и повышения плодородия почвы и защиты ее от эрозии, ценного медоноса, сырья для фармацевтической промышленности обуславливает его значимость для производства и широкое распространение [1–6].

Главной задачей селекции клевера лугового является создание новых сортов с высокой кормовой и семенной продуктивностью, которые отличаются высокой приспособленностью к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания [4, 6, 7]. Для повышения эффективности использования данной культуры в кормопроизводстве рекомендуется возделывать сорта разных сроков созревания (взаимодополняющие сорта). Селекционная работа в данном направлении успешно проводится на кафедре селекции и генетики УО БГСХА, где созданы новые сорта и сортообразцы разных сроков созревания, относящиеся к пяти группам спелости: раннеспелые, среднераннеспелые, среднеспелые, среднепозднеспелые и позднеспелые [3, 4]. Разновременнo созревающие сорта клевера лугового значительно различающихся между собой по длине вегетационного периода, темпам роста и развития травостоя в первый год жизни, количеству междоузлий на главном стебле, срокам зацветания первого укоса, количеству формируемых укосов и возможности получения семян с них. Эти различия имеют важное практическое значение для возделывания клевера лугового на зеленый корм при организации в производстве зеленого конвейера высокопитательных белковых кормов в весенне-летне-

осенний периоды. Каждая группа спелости имеет свои особенности и требует специфического подхода в селекционной работе. Характерной особенностью сортов раннеспелой группы является быстрое отрастание весной и после укосов, раннее в первой декаде июня начало цветения, формирование за период вегетации трех полноценных укосов зеленой массы, возможность уборки на семена, как с первого, так и со второго укосов [4].

В настоящее время Государственный реестр Республики Беларусь включает 21 сорт клевера лугового, 5 из них относятся к раннеспелому сроку созревания: Слуцкий раннеспелый местный, Устойливы, Вичяй, Ранний2 и ГПТТ-ранний.

Целью наших исследований было дать селекционную оценку исходному материалу клевера лугового в коллекционном питомнике и выделить источники наиболее значимых хозяйственно полезных признаков и свойств для создания раннеспелых, более высокопродуктивных сортов.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле селекционно-генетической лаборатории УО БГСХА в 2017–2019 гг. Объектами исследования служили 16 раннеспелых сортов и сортообразцов клевера лугового в коллекционном питомнике, имеющих различное селекционное и эколого-географическое происхождение. Закладка питомника, наблюдения, учеты и оценки проводились в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса. Посев проводился вручную, рядовым способом с шириной междурядий 30 см. Площадь делянки 1 м², расположение рендомизированное, повторность 2-кратная. В одном повторении учитывали урожайность зеленой массы, содержание и урожайность сухого вещества, облиственность. Во втором проводили фенологические наблюдения, определяли длину вегетационного периода, анализ элементов структуры и учет урожайности семян. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом вариационного и корреляционно-анализов.

Метеорологические условия в период проведения исследований резко различались по годам, как от среднесуточных наблюдений, так и между собой. Что позволило дать наиболее объективную оценку селекционному материалу. Учеты и наблюдения за сортообразцами проводились на второй год жизни травостоя.

В 2017 г. в результате сложившихся необычных метеорологических условий фаза бутонизации и зафиксирована с 15 по 19 июня, что на 14–16 дней позже обычных сроков (табл. 1). Причиной тому послужило снижение суммы среднесуточных температур в мае на 36,2 °С и 21,0 °С в июне к среднесуточной, июль также был холодный (–23,6 °С к ср. многол.), что повлияло на период цветения, который наступил значительно позже общепринятых сроков. Фаза созревания отмечена 16–22 августа, что нетипично для сортов раннего срока созревания.

Таблица 1. Фенологические наблюдения за сортами и сортообразцами клевера лугового в коллекционном питомнике (2017–2019 гг.).

Год исследований	Фаза бутонизации		Фаза цветения		Фаза созревания		Вегетационный период, дней	
	min	max	min	max	min	max	min	max
2017	15.06	19.06	24.06	30.06	16.08	22.08	137	142
2018	31.05	4.06	5.06	10.06	10.07	15.07	100	105
2019	26.05	30.05	1.06	4.06	20.07	25.07	120	125

2018 г. характеризовался превышением суммы среднесуточных температур в мае – июле (от + 11,0 до + 100,5 °С) над среднесуточными наблюдениями, обильное количество осадков, выпавшее в этот период, способствовали быстрому росту и развитию клевера лугового. Так, период от начала весеннего отрастания до фазы бутонизации в раннеспелой группе составил 57–61 дней, что по календарным срокам соответствовало периоду от 31 мая до 4 июня, фаза цветения у сортообразцов наступила через 6 дней, что типично для клевера лугового. Фаза созревания зафиксирована 10–15 июля. Вегетационный период варьировал по сортообразцам от 100–105 дней.

В 2019 г. сумма среднесуточных температур воздуха в мае–июне превысила среднесуточную на + 52,3...+ 117,7 °С, что способствовало быстрому формированию бутонов (26–30 мая) и интенсивному цветению соцветий (1–4 июня). Сумма среднесуточных температур в августе была несколько ниже по сравнению со среднесуточной (– 66,6 °С), в связи с чем, фаза созревания наступила 20–25 августа, что на 10 дней позже, чем в 2018 году. Вегетационный период варьировал от 120 до 125 дней.

Урожайность зеленой массы является одной из важнейших характеристик будущего сорта, поэтому данному показателю уделяется особое внимание. Как уже отмечалось ранее, метеорологические условия оказывают значительное влияние на рост и развитие, а также формирование зеленой массы клевера лугового. Урожайность зеленой массы в 2017 г. варьировала по сортообразцам в пределах от 3,8 до 6,2 кг/м² (табл. 2). В сравнении с контролем, урожайность которого составила 6,0 кг/м², более

высокоурожайными были сортообразцы ГП-Д2 и Т-46 (6,2 кг/м²). В 2018 г. урожайность зеленой массы у всех сортообразцов была выше, чем в предыдущем году, и составила 6,7–11,5 кг/м². Лучшие показатели урожайности с превышением над контролем (+ 0,6...+ 1,9 кг/м²) имели сортообразцы Дарьял (10,2 кг/м²), Даваля (10,7 кг/м²), ГП-ТТ2 (10,7 кг/м²) и ГП-Д2 (11,5 кг/м²). В 2019 г. урожайность зеленой массы сформировалась несколько ниже, чем в предыдущем году, и составила по сортообразцам 6,7–9,9 кг/м². Более высокой урожайностью характеризовались сортообразцы ГПТТ-ранний (9,8 кг/м²) и Ранний 2 (9,9 кг/м²). В среднем за три года исследований урожайность зеленой массы в зависимости от сортообразца составила 6,3 – 9,1 кг/м². Наиболее урожайными оказались сортообразцы Даваля (8,6 кг/м²) и ГП-Д2 (9,1 кг/м²), превысившие стандарт на 0,1–0,6 кг/м².

Важным признаком у клевера лугового является облиственность сортообразцов, от которой зависит качество и питательность кормовой массы. В результате проведенной оценки было установлено, что изменчивость данного признака в зависимости от сортообразца находилась в пределах от 33,6 до 49,4 %. Наиболее высокими показателями облиственности характеризовались сортообразцы ГПТТ-ранний (48,3 %) и Ранний 2 (49,4 %).

Содержание сухого вещества у сортообразцов варьировало от 13,2 до 20,1 %. Самый низкий показатель был отмечен у сортообразца Владикавказский, а самый высокий у Т-46. Урожайность сухого вещества находилась в пределах от 1,0 до 1,6 кг/м². Наиболее высокой урожайностью характеризовались сортообразцы – Ранний 2, Долголетний, ГПТТ-ранний и Т-46 с урожайностью соответственно (1,5–1,6 кг/м²).

Таблица 2. Урожайность зеленой массы и сухого вещества, облиственность, содержание сухого вещества ранне-спелых сортов и сортообразцов клевера лугового в питомнике исходного материала 2017–2019 гг.

Сорта и сортообразцы	Урожайность зеленой массы, кг/м ²				Облиственность, %	Среднее за 2017–2019 гг.	
	2017	2018	2019	Среднее		Сухое вещество	
						%	кг/м ²
ГПТТ-ранний контр.	6,0	9,6	9,8	8,5	48,3	18,3	1,6
Алтын	5,4	7,2	8,8	7,1	47,3	14,7	1,0
Т-46	6,2	9,9	8,2	8,1	44,0	20,1	1,6
Мильвус	4,7	8,9	9,0	7,5	36,1	16,2	1,2
Ранний2	5,1	9,8	9,9	8,3	49,4	18,3	1,5
ТОС-ранний	5,2	9,0	9,1	7,8	37,9	18,4	1,4
Дарьял	3,8	10,2	9,2	7,7	33,8	16,4	1,3
Даваля	5,4	10,7	9,8	8,6	40,1	13,5	1,2
ГП-ТТ2	5,4	10,7	8,6	8,2	46,6	17,2	1,4
ГП-Д2	6,2	11,5	9,6	9,1	46,6	15,5	1,4
ГПД-ранний	5,4	9,3	7,4	7,4	43,1	18,2	1,3
Долголетний	5,5	10,1	8,2	7,9	40,5	18,4	1,5
Владикавказский	6,0	9,3	9,4	8,2	37,1	13,2	1,1
Устойливы	5,2	6,8	9,3	7,1	44,4	15,5	1,1
Глобол	5,4	9,0	9,0	7,8	33,6	13,5	1,0
ГПД-среднеранний	5,5	6,7	6,7	6,3	41,9	16,3	1,0
X min	3,8	6,7	6,7	6,3	33,6	13,2	1,0
X max	6,2	11,5	9,9	9,1	49,4	20,1	1,6
\bar{X}	5,2	9,2	8,6	7,8	41,6	16,5	1,3
S	0,7	1,2	0,9	0,7	4,0	1,6	0,1
V, %	12,6	13,3	10,9	9,1	9,6	9,9	9,9
$s_{\bar{x}}$	0,2	0,3	0,2	0,2	1,0	0,4	0,03
$s_{\bar{x}}$, %	3,1	3,3	2,7	2,3	2,4	2,5	2,5

В результате проведенного анализа сортообразцов по элементам структуры урожайности семян, были выделены лучшие сортообразцы по семенной продуктивности. Отмечено, что для каждого из элементов структуры урожайности характерны свои пределы изменчивости и степень варьирования. Так, среднее количество продуктивных стеблей на 1 м² в зависимости от сортообразца составило 199–244 шт., коэффициент варьирования (V, %) при этом имел слабое значение и составил 9,9 % (табл. 3). Количество головок на стебле варьировало от 3,7 шт. до 6,4 шт. коэффициент варьирования средний, 15,1 %.

По показателям продуктивности одного стебля отмечено сильное варьирование (V = 31,7–38,6 %). В зависимости от сортообразца на одном стебле формировалось 10,5–42,1 шт. семян, или 0,02–0,09 г. семян. Количество семян в головке составило 2,3–6,5 шт., этот показатель также характеризовался высоким коэффициентом варьирования (V = 26,5 %). Слабое варьирование изучаемых сортообразцов отмечено по показателю массы 1000 семян, который составил 1,9–2,5 г (V = 6,0 %).

Данные по элементам структуры урожайности представлены в среднем за три года, поэтому не в полной мере отражают влияние метеорологических условий года на формирование урожайности семян клевера лугового. Следует отметить, что семенная продуктивность клевера лугового находится в

тесной корреляционной зависимости от метеорологических условий, складывающихся в период цветения и созревания культуры.

В 2017 году в среднем по группе спелости количество семян на стебле составило 45,6 шт., или 0,1 г; в 2018 г. – 4,2 шт., или 0,0089 г; в 2019 г. – 39,8 шт. семян, или 0,08 г, что оказало непосредственное влияние на формирование урожайности семян клевера лугового.

Таблица 3. Элементы структуры семенной продуктивности раннеспелых сортов и сортообразцов клевера лугового (среднее за 2017–2019 гг.)

Сорта и сортообразцы	Количество продуктивных стеблей на м ² /шт.	На одном стебле			Семян в головке, шт.	Масса 1000 семян, г
		головок, шт.	семян			
			шт.	г		
ГПТТ-ранний контр.	199	5,8	30,9	0,07	5,3	2,3
Алтын	204	6,4	40,5	0,09	6,3	2,1
Т-46	200	5,9	34,4	0,07	5,8	2,1
Мильвус	200	5,6	27,2	0,05	4,8	1,9
Ранний 2	218	5,5	33,0	0,07	6,0	2,1
ТОС-ранний	222	6,2	34,3	0,07	5,5	2,0
Дарьян	213	5,0	31,3	0,07	6,3	2,2
Дава	210	3,7	18,5	0,04	5,0	2,2
ГП-ГТ2	217	5,7	27,3	0,07	4,8	2,5
ГП-Д2	212	6,7	42,1	0,08	6,3	1,9
ГПД-ранний	244	5,2	29,5	0,06	5,7	2,1
Долголетний	238	5,3	25,3	0,06	4,8	2,3
Владикавказский	222	5,5	25,4	0,05	4,7	2,0
Устойливы	222	6,7	32,9	0,08	4,9	2,5
Глобол	213	4,5	10,5	0,02	2,3	1,9
ГПД-среднеранний	201	4,4	28,6	0,06	6,5	2,1
X min	199	3,7	10,5	0,02	2,3	1,9
X max	244	6,4	42,1	0,09	6,5	2,5
\bar{X}	217,3	5,4	27,7	0,11	4,8	2,2
S	9,9	0,8	8,8	0,04	1,3	0,1
V, %	4,6	15,1	31,7	38,6	26,5	6,0
$s_{\bar{x}}$	2,5	0,2	2,2	0,01	0,3	0,03
$s_{\bar{x}}, \%$	1,1	3,8	7,9	9,6	6,6	1,5

Так, в 2017 г. в период активного цветения (24–30 июня), установилась комфортная температура (17 – 19 °С) и незначительное количество осадкой выпавшее в этот период (-29,5 мм к среднемноголетнему показателю). Урожайность семян в среднем по группе спелости составила 21,9 г/м² (рис. 1). Наиболее высокой урожайностью характеризовались сортообразцы Ранний 2 (27,4 г/м²), Алтын (28,2 г/м²) и ГПД-среднеранний (30,1 г/м²).

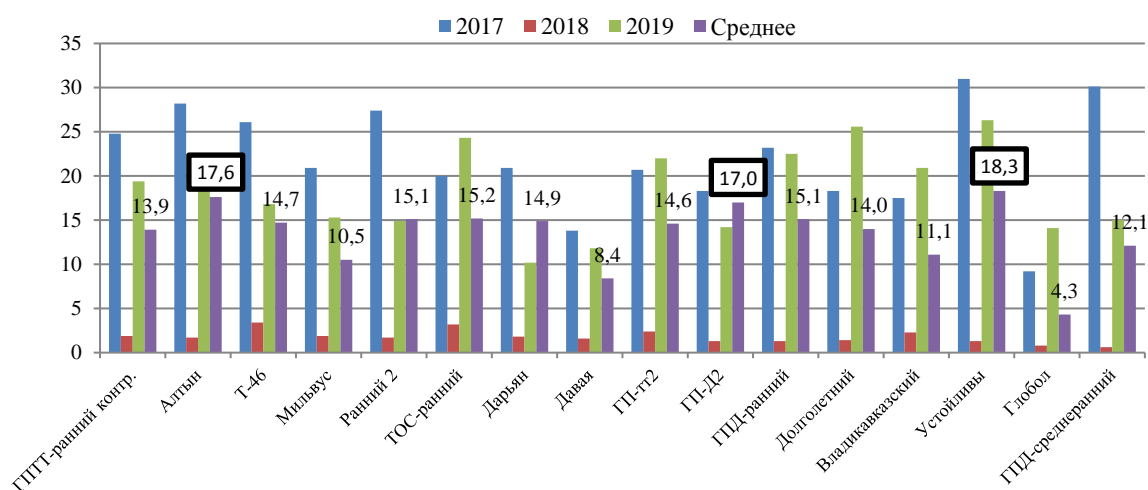


Рис. 1. Семенная продуктивность (г/м²), раннеспелых сортов и сортообразцов клевера лугового 2017–2019 гг.

2018 г. напротив, вследствие сложившихся метеорологических условий, характеризовался рекордно низкой урожайностью семян. Что связано с тем фактом, что, начиная со второй декады июня, когда все сорта и сортообразцы вступили в фазу цветения, начались проливные дожди, которые продолжались до конца второй декады июля. Количество выпавших осадков за этот период составило + 60,6 мм к среднемноголетней норме. Как следствие, эти метеорологические условия, значительно снизили активность лета шмелей, а соответственно опыляемость соцветий клевера лугового. Средняя

урожайность семян составила 1,7 г/м². Самой высокой урожайностью характеризовались сортообразцы Т-46 (3,4 г/м²) и ТОС-ранний (3,2 г/м²).

Урожайность семян в 2019 году варьировала по сортообразцам от 10,2 до 26,3 г/м². Высокой семенной продуктивностью характеризовались сортообразцы Алтын, ТОС-ранний, ГПД-ранний, Устойливы превышение над контролем которых составило +2,4...+6,9 г/м².

Анализ данных по результатам трехлетних исследований позволил выделить источники высокой семенной продуктивности: ГП-Д2 (17,0 г/м²), Алтын (17,6 г/м²) и Устойливы (18,3 г/м²) превышение над контролем которых составило соответственно +3,1 г/м², +3,7 г/м² и +4,9 г/м².

Для селекции клевера лугового на повышенную семенную продуктивность важное значение имеет изучение сопряженности этого признака с хозяйственными и биологическими особенностями культуры. Это позволит вести отбор исходного материала по показателям положительно коррелирующим с семенной продуктивностью.

В наших исследованиях установлена тесная корреляционная связь семенной продуктивности с количеством семян на стебле, штук ($r = 0,90$) и грамм ($r = 0,97$), количеством соцветий на стебле ($r = 0,75$), обсемененностью головок ($r = 0,71$) (табл. 4). В средней степени семенная продуктивность зависела от массы 1000 семян ($r = 0,43$). Слабая сопряженность выявлена между семенной продуктивностью и количеством продуктивных стеблей ($r = 0,17$). Связь с урожайностью зеленой массой характеризовалась как отрицательная ($r = -0,08$).

Таблица 4. Корреляционные связи (r) семенной продуктивности клевера лугового с элементами структуры и урожайностью зеленой массы

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y		0,17	0,75	0,90	0,97	0,71	0,43	-0,08
X ₁			-0,001	-0,12	-0,06	-0,16	0,18	0,01
X ₂				0,77	0,76	0,26	0,12	0,10
X ₃					0,94	0,81	0,07	0,01
X ₄						0,76	0,39	-0,07
X ₅							0,08	-0,13
X ₆								-0,14
X ₇								

Примечание: Y – семенная продуктивность, X₁ – Количество продуктивных стеблей, X₂ – количество головок на стебле, X₃ – количество семян на стебле шт., X₄ – количество семян на стебле г., X₅ – количество семян в головке, X₆ – масса 1000 семян, X₇ – урожайность зеленой массы.

Заключение

1. Метеорологические условия существенно влияют на формирование урожайности зеленой массы, сухого вещества, семян и других хозяйственных показателей в течение всего вегетационного периода клевера лугового.

2. Выделены источники хозяйственно полезных признаков для дальнейшей селекционной работы:

- селекция на высокую урожайность зеленой массы – Давая, ГП-ГТ2 и ГПТТ-ранний;
- селекция на высокую урожайность сухого вещества – Долголетний, Ранний 2, Т-46, ГПТТ-ранний;
- селекция на повышение содержания сырого протеина – Ранний 2, ГПТТ-ранний, Алтын;
- селекция на высокое содержание сухого вещества – Т-46, ТОС-ранний, Долголетний;
- селекция на семенную продуктивность – Алтын, ГП-Д2, Устойливы.

3. Выявлены корреляционные связи, которые могут быть использованы в селекции клевера лугового на повышенную семенную продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекузарова, С. А. Селекция клевера лугового: монография / С. А. Бекузарова; Горский гос. агроуниверситет. – Владикавказ. ФГОУ ВПО, 2006. – 175 с.
2. Бушуева, В. И. Окультуривание, распространение и значение клевера лугового / В. И. Бушуева // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 6 (49). – С. 33–36.
3. Ковалевская, Л. И. Создание нового исходного материала для селекции клевера лугового различных групп спелости: дис. ... канд. с.-х. наук / Л. И. Ковалевская; БГСХА. – Горки, 2019. – 122 с.
4. Ковалевская, Л. И. Оценка исходного материала клевера лугового по хозяйственно полезным признакам в коллекционном питомнике / Л. И. Ковалевская, В. И. Бушуева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 70–76.
5. Новоселов, М. Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М. Ю. Новоселов. – М., 1999. – 184 с.
6. Результаты и перспективы экологической селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М. Ю. Новоселов [и др.] // Кормопроизводство. – 2007. – № 9. – С. 16–18.
7. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового: результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер» / ВНИИК им. В. Р. Вильямса; под ред. А. С. Новоселовой [и др.]. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – 288 с.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА УДЕЛЬНЫЙ ВЫНОС И КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

В. Б. ВОРОБЬЕВ

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

(Поступила в редакцию 15.09.2020)

В статье приводятся данные о влиянии уровня ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и азотных подкормок в дозе 30 кг/га, проведенных в конце фазы кущения – начале фазы выхода в трубку и в начале фазы колошения на урожайность зерна и соломы озимой пшеницы, удельный вынос азота и коэффициент его использования из минерального удобрения. Показано, что наибольшую урожайность зерна (7,00 т/га в среднем за 3 года) обеспечило возделывание озимой пшеницы при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в почве 180 кг/га с двумя дополнительными азотными подкормками в дозах 30 кг/га. При этом же уровне азотного питания отмечен максимальный вынос азота зерном (128,2 кг/га). Наибольший коэффициент использования азота из удобрений (68,5 %) обеспечил вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с дополнительной азотной подкормкой в конце фазы кущения – начале фазы выхода в трубку. Удельный вынос азота озимой пшеницей зависел от дозы азотного удобрения. Его максимальное значение (27,1 кг/т) было получено при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в 0–60 см слое почвы 200 кг/га и двух дополнительных азотных подкормках. При этом между дозой азотного удобрения и удельным выносом азота выявлена тесная корреляционная связь, которая характеризовалась коэффициентом корреляции равным 0,93 и подчинялась уравнению регрессии $Y = 0,047X + 17,08$.

Ключевые слова: озимая пшеница, ранневесенний запас минерального азота в почве, азотные подкормки, урожайность, удельный вынос азота, коэффициент использования азота из удобрения.

The article provides data on the influence of level of early spring reserve of mineral nitrogen in a 0–60 cm layer of soddy-podzolic light loamy soil and nitrogen fertilization at a dose of 30 kg / ha, carried out at the end of the tillering phase – the beginning of the stemming phase and at the beginning of the earing phase, on the yield of grain and straw of winter wheat, specific removal of nitrogen and the coefficient of its use from mineral fertilizers. It is shown that the highest grain yield (7.00 t/ha on average over 3 years) was provided by the cultivation of winter wheat with a planned early spring reserve of mineral nitrogen in the soil of 180 kg/ha with two additional nitrogen feedings at doses of 30 kg / ha. At the same level of nitrogen nutrition, the maximum removal of nitrogen by grain was noted (128.2 kg / ha). The highest rate of utilization of nitrogen from fertilizers (68.5 %) was provided by the option with planned early spring reserve of mineral nitrogen in the soil of 180 kg/ha with additional nitrogen fertilization at the end of the tillering phase – the beginning of the tube emergence phase. The specific nitrogen removal by winter wheat depended on the nitrogen fertilization dose. Its maximum value (27.1 kg/t) was obtained with the planned early spring reserve of mineral nitrogen in the 0–60 cm soil layer of 200 kg/ha and two additional nitrogen feedings. At the same time, a close correlation was found between the dose of nitrogen fertilizer and the specific removal of nitrogen, which was characterized by a correlation coefficient equal to 0.93, and obeyed the regression equation $Y = 0.047X + 17.08$.

Key words: winter wheat, early spring reserve of mineral nitrogen in the soil, nitrogen fertilization, yield, specific nitrogen removal, coefficient of nitrogen utilization from fertilizer.

Введение

Высокие урожаи озимой пшеницы могут быть получены лишь при полном удовлетворении растений элементами минерального питания, и, прежде всего, азотом. Задачи оптимизации доз и соотношений минеральных удобрений, несмотря на длительный опыт и обилие расчетных методов, не становятся менее актуальными. Напротив, рост цен на материально-технические ресурсы и, как следствие, повышение себестоимости сельскохозяйственной продукции делают эту проблему ещё более острой [5].

По сведениям многих исследователей [2, 3, 4, 5], система применения азотного удобрения под озимую пшеницу, основанная на диагностике и оптимизации азотного питания растений, обеспечивает получение урожая в среднем 60–80 ц/га, способствует повышению содержания белка в зерне. При этом в условиях интенсивного земледелия при определении наиболее оптимальных доз азотного удобрения под конкретные культуры в обязательном порядке необходимо учитывать удельный вынос и коэффициент использования азота из минеральных удобрений. Их усредненные значения определены практически для всех сельскохозяйственных растений. Однако, даже для одной и той же культуры, они колеблются в широких пределах. Это в первую очередь зависит от сроков и доз внесения удобрений, их растворимости в воде, разнообразия условий, которые создаются при выращивании сельскохозяйственных культур, величины урожайности, газообразных и внутрипочвенных потерь, закрепления в почве в труднодоступной для растений форме. Именно поэтому одной из задач наших

исследований было определить, как различные уровни азотного питания озимой пшеницы влияют на удельный вынос и коэффициент использования азота из минерального удобрения.

Основная часть

Исследования проводились в стационарном опыте, заложенном на дерново-подзолистой средне-окультуренной, легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореным суглинком с глубины около 1 м с прослойкой песка на контакте. Схема опыта представлена в табл. 1.

Объектом исследований являлась озимая пшеница сорта Капылянка, возделываемая после озимого рапса. Норма высева семян озимой пшеницы – 5 млн шт./га. Общая площадь опыта – 1872,6 м², общая площадь делянки – 20 м², учетная – 12 м². Повторность опыта четырехкратная. В качестве подкормок использовалась аммиачная селитра – NH₄NO₃ (34,5 % N). В качестве минеральных удобрений в основную заправку осенью на всей площади опытного участка вносили аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅ и 7 % N) и хлористый калий (60 % K₂O).

С помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период в посевах озимой пшеницы было создано пять уровней запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы: 120, 140, 160, 180 и 200 кг/га. На этих уровнях изучалась эффективность первой и второй дополнительных подкормок (каждая в дозе азота 30 кг/га). Контролем служил вариант без азотных подкормок.

Для создания необходимых уровней ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 слое почвы ежегодно в период начала весенней вегетации определяли содержание нитратного и аммонийного азота. Отбор проб почвы производили диагональным способом послойно в трехкратной повторности: для пахотного горизонта почвы – в слое 0–20 см; для подпахотного – 20–40 см и отдельно в слое почвы 40–60 см.

Дозы первой азотной подкормки были рассчитаны по уравнению:

$$D = N - (N_{\text{аммонийный}} + N_{\text{нитратный}}), \text{ кг/га}$$

где: D – доза азотного удобрения, кг/га действующего вещества; N – создаваемый запас минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га; N_{аммонийный} – запас аммонийного азота в 0–60 см слое почвы, кг/га; N_{нитратный} – запас нитратного азота в 0–60 см слое почвы, кг/га.

Таблица 1. Схема опыта и дозы азотного удобрения, внесенные в подкормки

Внесено удобрений в основную заправку	Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг д.в./га	Внесено азота в подкормки, кг д.в./га в среднем за 3 года			
		подкормки			всего
		1	2	3	
N ₁₄ P ₆₀ K ₁₂₀	Естественный (контроль)	–	–	–	–
	120*	45			45
		45	30		75
		45	30	30	105
	140*	65			65
		65	30		95
		65	30	30	125
	160*	85			85
		85	30		115
		85	30	30	145
	180*	105			105
		105	30		135
		105	30	30	165
	200*	125			125
		125	30		155
125		30	30	185	

* – создавались с помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период.

Ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы проводили в период начала весенней вегетации, когда среднесуточная температура воздуха превысила +5 °С. Вторая азотная подкормка проводилась в конце фазы кущения – начале фазы выхода в трубку, третья – в начале фазы колошения. Все полевые работы по обработке почвы, посеву и уходу за растениями были выполнены в оптимальные сроки и в соответствии с агротехническими требованиями для условий Могилевской области. Уход за посевами озимой пшеницы включал обработку в фазу кущения – гербицидом «Марифон», в начале фазы колошения – фунгицидами «Бампер-супер», в фазу колошения – «Рекс Дуо».

В среднем за три года наиболее высокую урожайность зерна (7,00 т/га) обеспечило возделывание озимой пшеницы при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в почве 180 кг/га с двумя дополнительными азотными подкормками в дозах 30 кг/га (табл. 2). При ранневесеннем запасе

минерального азота 200 кг/га отмечено снижение урожайности зерна, в то время как соломы, наоборот, – увеличение. Наиболее высокая урожайность соломы (в среднем 8,93 т/га) получена при планируемом ранневесеннем запасе минерального азота в почве 200 кг/га и дополнительными азотными подкормками в конце фазы кущения - начале фазы выхода в трубку и в начале фазы колошения. Однако на этом уровне азотного питания стебли озимой пшеницы были более длинными и тонкими, отмечено большее количество непродуктивных стеблей.

В наших исследованиях накопление и содержание азота в зерне озимой пшеницы зависело как от планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы, так и от дополнительных азотных подкормок. Как и следовало ожидать, меньше всего азота потребляли растения в вариантах без внесения азотного удобрения.

Вследствие этого на контроле при урожайности зерна 3,07 т/га содержание азота в зерне озимой пшеницы составило в среднем 1,63 %. С повышением планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы и с увеличением количества азотных подкормок прослеживалась тенденция к увеличению накопления и содержания азота в зерне. Так, в вариантах с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 120, 140, 160 и 180 кг/га содержание азота в зерне озимой пшеницы составило, соответственно, в среднем – 1,79; 1,90; 1,94 и 1,99 %.

Таблица 2. Влияние уровня азотного питания на урожайность озимой пшеницы, удельный вынос и коэффициент использования азота из минерального удобрения (в среднем за три года)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы (N _{мин.} + N _{уд.}), кг/га	Внесено азота в подкормки, кг/га	Урожайность, т/га		Содержание азота (% от абсолютно сухого вещества) в		Накоплено азота (кг/га с учетом стандартной влажности) в		Удельный вынос азота, кг/т	Использовано азота из удобрений, %		
		зерна	соломы	зерне	соломе	зерне	соломе		зерном	соломой	зерном и соломой
Естественный (контроль)	–	3,07	3,80	1,63	0,36	43,0	11,8	17,9			
120	N ₄₅	3,75	4,58	1,79	0,39	57,7	15,4	19,5	32,6	8,0	40,7
	N ₄₅ +N ₃₀	4,46	5,38	1,89	0,42	72,5	19,4	20,6	39,3	10,1	49,5
	N ₄₅ +N ₃₀ +N ₃₀	4,95	5,92	1,93	0,45	82,2	22,9	21,2	37,3	10,6	47,9
140	N ₆₅	4,29	5,29	1,90	0,41	70,1	18,7	20,7	41,7	10,6	52,3
	N ₆₅ +N ₃₀	5,14	6,32	1,95	0,46	86,2	25,0	21,6	45,5	13,9	59,4
	N ₆₅ +N ₃₀ +N ₃₀	5,77	6,87	2,06	0,48	102,2	28,4	22,6	47,4	13,3	60,6
160	N ₈₅	4,93	6,01	1,94	0,44	82,3	22,7	21,3	46,2	12,8	59,1
	N ₈₅ +N ₃₀	5,78	7,04	2,01	0,47	99,9	28,5	22,2	49,5	14,5	64,0
	N ₈₅ +N ₃₀ +N ₃₀	6,41	7,60	2,11	0,49	115,8	32,0	23,1	50,2	13,9	64,1
180	N ₁₀₅	5,52	6,63	1,99	0,46	94,5	26,2	21,9	49,0	13,7	62,8
	N ₁₀₅ +N ₃₀	6,42	7,68	2,07	0,50	114,3	33,0	22,9	52,8	15,7	68,5
	N ₁₀₅ +N ₃₀ +N ₃₀	7,00	8,32	2,13	0,53	128,2	37,9	23,7	51,6	15,8	67,5
200	N ₁₂₅	4,80	7,16	2,05	0,49	84,6	30,2	23,9	33,3	14,7	48,0
	N ₁₂₅ +N ₃₀	5,17	8,26	2,13	0,53	94,7	37,6	25,6	33,3	16,6	50,1
	N ₁₂₅ +N ₃₀ +N ₃₀	5,38	8,93	2,22	0,56	102,7	43,0	27,1	32,3	16,9	49,1
НСР ₀₅		0,13	0,24	0,10	0,03						

В целом после первой ранневесенней азотной подкормки содержание азота в зерне озимой пшеницы превысило контроль на 10, 17, 19, 22 и 26 %, соответственно изучаемым уровням азотного питания. Несколько меньшая прибавка была получена после второй и третьей азотных подкормок. Вторая подкормка увеличила содержание данного элемента в зерне по сравнению с первой ранневесенней соответственно на 6, 3, 7, 4 и 4 %, а третья – дополнительно на 2, 6, 5, 3 и 4 %.

Содержание азота в зерне достигло наибольшего показателя в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением – 2,22 % при урожайности зерна – 5,38 т/га. Это оказалось на 56 % выше, чем содержание азота в зерне в контрольном варианте.

Накопление азота в соломе озимой пшеницы несколько отличалось от накопления этого элемента в зерне. При этом не наблюдалось снижение урожайности соломы на уровне азотного питания

200 кг/га, а наоборот, с каждой дополнительной азотной подкормкой увеличивалась и урожайность соломы, вместе с урожайностью увеличивалось и содержание азота в соломе. Так, содержание азота в соломе в условиях опыта достигло максимального значения в вариантах с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) подкормками азотным удобрением и составило в среднем – 0,56 % при урожайности соломы в 8,93 т/га. Вторая азотная подкормка увеличила содержание азота в соломе дополнительно к первой ранневесенней на 8, 12, 7, 8 и 8 %, третья – на 7, 4, 4, 6 и 6 %, соответственно изучаемым уровням азотного питания.

На каждом уровне планируемого ранневесеннего азотного питания наибольший вынос азота наблюдался в вариантах с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками.

Так, в контрольном варианте общий вынос азота урожаем основной и побочной продукции озимой пшеницы составил в среднем 54,8 кг/га. В то время как на уровнях азотного питания 120, 140, 160 и 180 кг/га значение данного показателя было выше, соответственно, на 33, 62, 92 и 120 % и составило в среднем 73,1; 88,8; 105,0 и 120,7 кг/га. Две дополнительные подкормки азотным удобрением также способствовали увеличению выноса азота урожаем озимой пшеницы. Так, вторая азотная подкормка по сравнению с первой ранневесенней подкормкой увеличила общий вынос азота на 26, 25, 22 и 22 % (91,9; 111,2; 128,4 и 147,3 кг/га), а третья по сравнению со второй – на 14, 17, 15 и 13 % (105,1; 130,6; 147,8 и 166,1 кг/га).

Максимальный вынос азота зерном озимой пшеницы был в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками – 128,2 кг/га, в то время как для соломы данный показатель составил 43,0 кг/га на уровне азотного питания 200 кг/га также с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками.

Удельный вынос азота с урожаем озимой пшеницы также зависел от дозы азотного удобрения. При этом между дозой азотного удобрения и удельным выносом азота была выявлена тесная корреляционная связь, которая характеризовалась коэффициентом корреляции равным 0,93 и подчинялась уравнению регрессии $Y = 0,047X + 17,08$. Анализ этого уравнения показал, что увеличение дозы азотного удобрения на 10 кг/га сопровождается увеличением удельного выноса азота на 0,47 кг/т. Принимая во внимание коэффициент детерминации ($r^2 = 0,87$) можно заключить, что около 87 % всех изменений удельного выноса этого элемента были обусловлены изменениями дозы азотного удобрения.

Известно, что коэффициент использования питательных веществ из удобрений (КИУ) показывает долю их потребления растениями от общего количества, вносимого с удобрением элемента питания на создание прироста урожая. В зонах с достаточным увлажнением КИУ варьирует в пределах 40–70 % [1].

Коэффициенты использования элементов питания из удобрений (%) были рассчитаны по приведенной формуле [1]:

$$K_u = [(V_y - V_o) / D_u] 100,$$

где K_u – коэффициент использования элементов питания из удобрений, %; V_y – вынос элемента питания с урожаем на удобренном участке, кг/га; V_o – вынос элемента с урожаем на участке без удобрения, кг/га; D_u – количество элемента питания, внесенное с удобрением, кг/га.

Наибольшее использование азота из удобрений зерном и соломой озимой пшеницы (в основном за счет потребления азота зерном – 52,8 %) отмечено в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с одной (II-й) подкормкой азотным удобрением – в среднем 68,5 %.

Следует отметить, что при превышении планируемого ранневесеннего запаса минерального азота в почве 180 кг/га произошло снижение использования азота из удобрений зерном и увеличения соломой.

Заключение

1. Максимальный вынос азота зерном (128,2 кг/га) был получен в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками. С соломой (43,0 кг/га) – при уровне ранневесеннего минерального азота 200 кг/га с двумя (II-й и III-й) азотными подкормками.

2. Наибольший коэффициент использования азота из удобрений (68,5 %) обеспечил вариант с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в почве 180 кг/га с одной дополнительной (II-й) подкормкой азотным удобрением.

3. Удельный вынос азота озимой пшеницей зависел от дозы азотного удобрения. При этом между дозой азотного удобрения и удельным выносом азота выявлена тесная корреляционная связь, которая

характеризовалась коэффициентом корреляции равным 0,93 и подчинялась уравнению регрессии $Y = 0,047X + 17,08$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 1995. – 480 с.
2. Воробьева, Е. П. Влияние дробного внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы / Е. П. Воробьева // Эффективность удобрений и плодородие почвы: сб. науч. тр. – Горки, 1997. – С. 59–64.
3. Иванова, Т. И. Зависимость урожая озимой пшеницы от условий минерального питания при интенсивном применении удобрений в севообороте на дерново-подзолистой почве / Т. И. Иванова // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т удобр. и агропочвовед. им. Д. Н. Прянишникова. – 1983. – Вып. 63. – С. 24–37.
4. Кандыба, Я. А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений / Я. А. Кандыба, Д. И. Самусик, В. С. Петров // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно, 2006. – Т.1. – С. 432–435.
5. Семененко, Н. Н. Азот в земледелии Беларуси / Н. Н. Семененко, Н. В. Невмержицкий – Минск.: Бе лорус. изд. Тов-во «Хата». – 1997. – 196 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ БЕЛАРУСИ

Н. П. ЛУКАШЕВИЧ, И. В. КОВАЛЕВА, Н. Н. ЗЕНЬКОВА, Т. М. ШЛОМА

УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

И. М. КОВАЛЬ

ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026, e-mail: kormoproizvodst@mail.ru

(Поступила в редакцию 17.09.2020)

Для увеличения продуктивности семян зернобобовых культур, снижения себестоимости производства концентрированных кормов и повышения конкурентоспособности продукции животноводства интерес представляют подбор культур и сортов с учетом научно-обоснованных агротехнических приемов возделывания. В статье проанализированы данные об особенностях формирования урожайности семян современных сортов зернобобовых культур зернофуражного направления в зависимости от их биологических особенностей (скороспелость, морфологические признаки строения стебля, характеристика генеративной сферы растений, а также устойчивость к полеганию и болезням). Среди изученных нами зернобобовых культур, наиболее скороспелыми является горох, вегетационный период которого в зависимости от сорта составил 91–100 дней, что способствовало его более ранней уборке по сравнению с другими изучаемыми культурами и позволило избежать высокой поражаемости наиболее распространенной в почвенно-климатических условиях северной части Беларуси болезнью – аскохитозом. Урожайность семян гороха сформировалась на уровне 35,7–40,1 ц/га.

Устойчивость к полеганию посевов кормовых бобов (5 баллов) и благоприятные погодные условия, обеспечившие сравнительно не высокую пораженность аскохитозом (1,5–1,7 баллов) обеспечили наиболее высокую сохраняемость растений к уборке, что способствовало формированию высокой урожайности семян.

Максимальный сбор сырого белка (12,56–13,05 ц/га) обеспечили бобы кормовые сорта Бобас и люпин узколистый сорта Жодинский, сформировавшие урожайность семян на уровне 37,6–40,4 ц/га.

Все изученные нами сорта зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси характеризуются высокой технологичностью, что позволяет рекомендовать их для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство.

Ключевые слова: горох, люпин узколистый, бобы кормовые, устойчивость к полеганию, урожайность семян.

To increase the productivity of seeds of leguminous crops, reduce the cost of producing concentrated feed and increase the competitiveness of livestock products, it is of interest to select crops and varieties, taking into account scientifically grounded agrotechnical methods of cultivation. The article analyzes data on the peculiarities of formation of seed yield of modern varieties of leguminous crops for grain-fodder, depending on their biological characteristics (early maturity, morphological characteristics of stem structure, characteristics of the generative sphere of plants, as well as resistance to lodging and diseases). Among the leguminous crops studied by us, the earliest ripening is peas, the growing season of which, depending on the variety, was 91–100 days, which contributed to its earlier harvesting in comparison with other studied crops and made it possible to avoid high susceptibility to ascochytosis – a disease which is most common in the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus. The yield of pea seeds was formed at the level of 3.57–4.01 t/ha.

Resistance to lodging of crops of forage beans (5 points) and favorable weather conditions that provided a relatively low incidence of ascochytosis (1.5–1.7 points) ensured the highest survival rate of plants for harvesting, which contributed to the formation of high seed yield.

The maximum yield of crude protein (1.256–1.305 t/ha) was provided by the fodder beans variety Bobas and narrow-leaved lupine variety Zhodinskii, which formed the seed yield at the level of 3.76–4.04 t/ha.

All the varieties of leguminous crops studied by us in the soil and climatic conditions of the northern zone of Belarus are characterized by high adaptability, which allows us to recommend them for widespread introduction into agricultural production.

Key words: peas, narrow-leaved lupine, fodder beans, lodging resistance, seed yield.

Введение

Экономическая эффективность и конкурентоспособность производства сельскохозяйственной продукции являются главными показателями в развитии сельского хозяйства Республики Беларусь. Во многих сельскохозяйственных предприятиях животноводство является основным источником денежных средств. Поэтому без выращивания собственных полноценных по питательному составу кормов не представляется возможным достичь высоких показателей при производстве молока и говядины [1, 2].

Следует отметить, что в кормопроизводстве остается не решенной задачей – полноценная обеспеченность рационов животных высокобелковыми кормами собственного производства. В настоящее

время недостаток белка в кормопроизводстве, по различным оценкам, составляет 25–30 % от общей потребности в нем. Дефицит кормового белка может быть ликвидирован за счет повышения продуктивности однолетних и многолетних высокобелковых культур. Источником растительного белка для приготовления концентрированных кормов являются семена бобовых культур. В последние годы посевные площади под зернобобовыми культурами находятся на уровне 165–180 тысяч гектар, что составляет 2,9–3,2 % от общей посевной площади. При этом производство семян зернобобовых культур составляет 360–530 тысяч тонн при средней урожайности 25–30 ц/га. В семенах бобовых растений содержится протеин с высоким содержанием незаменимых аминокислот [3, 4].

Для успешного решения проблемы дефицита белка необходимо расширять посевы не только сортового, но и видового состава возделываемых в республике зернобобовых культур. Возделываемые виды зернобобовых культур на зерно (горох посевной и полевой, вика посевная, люпин узколистный, чина) относятся к культурам длинного дня, что соответствует климатическим условиям северо-восточного региона Республики Беларусь. Растением короткого светового дня является соя. Короткодневные растения удлиняют вегетацию при посеве их в северном регионе. В последние годы среди культур короткого дня созданы сорта, которые к продолжительности дня относятся нейтрально.

Возделывание бобовых культур не требует внесения больших доз азотных минеральных удобрений, так как азотное питание у растений этого семейства складывается, как за счет внесения минеральных и органических удобрений, так и за счет симбиотического, производимого клубеньковыми растениями, поселяющихся на корнях растения. Так как интенсивность работы бобово-ризобияльного комплекса зависит не только от расы клубеньковых бактерий, но и от почвенно-климатических условий, то при их возделывании необходимо выполнение всех требований, изложенных в технологических регламентах Республики Беларусь. При низкой активности симбиоза клубеньковых бактерий с корнями растений для получения высокой урожайности семян бобовых культур требуется внесение минерального азота, что увеличивает себестоимость зернофуража. Максимальное накопление элементов минерального питания и накопление органического вещества у зернобобовых культур наблюдается в фазе полного налива семян [5, 6, 7, 8].

Климат в северной части Республики Беларусь значительно отличается от ее южной зоны, поэтому требуется постоянное изучение вопросов по формированию продуктивности кормовых культур по качественному составу. Так среднесуточная температура воздуха на 3 °С меньше, чем в западных регионах республики, а наступление весны – на 2 недели позже, чем южной. Вследствие этого менее интенсивно проходит синтез белков и сахаров в генеративной сфере бобовых культур. Сложившиеся погодные условия во время вегетационных периодов (2017–2020 гг.) способствовали получению объективной оценки по урожайности семян зернобобовых культур и их качественному составу.

Целью наших исследований являлось выявление наиболее высокоурожайных по семенной продуктивности видов и сортов однолетних бобовых культур для возделывания их в северной части Республики Беларусь.

Основная часть

Опыты проведены в Витебском районе, Витебской области на дерново-подзолистой, среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком. Почва имеет следующую агрохимическую характеристику пахотного горизонта: рН (в KCL) – 5,9, содержание подвижного фосфора – 223 мг на 1 кг почвы, обменного калия – 257 мг на 1 кг почвы, гумуса – 2,1 %. Возделывание зернобобовых культур выполнено в соответствии с требованиями, изложенными в технологических регламентах Республики Беларусь. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения в период роста и развития растений, структура урожая, определение урожайности, а также статистическая обработка результатов исследований проведена по методике Б. А. Доспехова [9] с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel.

Наступление фенологических фаз проводилось по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Отмечали даты появления всходов, цветения, образования бобов и полной спелости семян. В период полных всходов и перед уборкой учет густоты стояния растений определяли на закрепленных площадках в двух несмежных повторениях. Во время вегетации растений проведены учеты по степени поражения болезнями растений, дана оценка по устойчивости к полеганию растений. Перед уборкой был отобран сноповый материал для анализа растений по элементам структуры урожая. Урожайность семян зернобобовых культур определялась путем взвешивания после их обмолота с делянки и пересчитывалась на 14 % влажность.

В качестве объекта исследований использовались современные сорта зернобобовых культур зернофуражного направления: горох посевной – Миллениум, Фацет, Заранка; горох полевой – Зазерский усатый, Фаэтон; вика посевная – Ивушка, Никольская; люпин узколистный – Талант, Жодинский; кормовые бобы – Стрелецкие, Бобос.

Активная селекционная работа по созданию новых сортов с различным хозяйственным использованием позволила внести в Государственный реестр Республики Беларусь большое их количество. Новые сорта зернобобовых культур обладают высоким генетическим потенциалом продуктивности, однако при возделывании их в производственных условиях он не в полной мере реализуется. Известно, что семена зернобобовых культур начинают прорастать при температуре 2–4 °С. Всходы могут выдерживать кратковременные заморозки до 4–5 °С. Благодаря малой чувствительности к пониженным температурам их необходимо высевать в самые ранние сроки. Оптимальный срок сева способен обеспечить реализацию генетического потенциала культуры, за счет температурного, водного и светового режимов. Также, ранние сроки рекомендуются с целью использования зимне-весенней влаги, формированию большего объема корневой системы, созданию бобово-ризобияльного комплекса, который обеспечивают азотфиксирующую деятельность посева. Преимущество ранних сроков посева состоит и в том, что посевы в меньшей степени поражаются вредителями и болезнями за счет смещения фазы развития растений на более ранние.

Посев проводился в оптимальные сроки, когда температура почвы на глубине заделки семян составляла +4 – +6 °С, что способствовало появлению дружных всходов всех изучаемых нами культур и сортов.

У сортов гороха всходы появились на 9–14 день после посева. Сорта гороха, имеющие более высокую массу 1000 семян, взошли на несколько дней позже по сравнению с мелкосемянными формами, что связано с более высоким количеством влаги для набухания и прорастания семян. Из всех видов люпина узколистный менее требователен к температурному фактору. Всходы обоих изучаемых сортов появились на пятый день после посева. Успехом белорусских селекционеров является создание безалколоидных сортов люпина узколистного, обладающих детерминированными генами роста растения, которые активно внедряются в производственные посевы.

Кормовые бобы характеризуются более высокой массой 1000 семян по сравнению с викой посевной, люпином узколистным и горохом, поэтому процесс набухания семян при их прорастании удлиняет период посев-всходы по сравнению с названными выше бобовыми культурами. Полные всходы отмечены через 9 дней после посева. В целом достаточная влагообеспеченность почвы и температура воздуха способствовали хорошему развитию корневой системы и начальному росту растений.

Длина периода от появления всходов до полной спелости семян определяет сроки уборки. Наиболее скороспелые среди зернобобовых культур – это горох посевной и полевой, а так же люпин узколистный. Период всходы–полная спелость семян у сортов гороха составил 91–100 дней. Люпин узколистный по этому показателю имел несущественные различия с горохом. Длина его вегетационного периода составила 104–106 дней. Формирование генеративной сферы растений происходило в условиях повышенного температурного режима и низкой влажности воздуха. Созревание семян скороспелых культур проходило при благоприятных погодных условиях, что позволило провести уборку на зернофураж путем прямого комбайнирования, без проведения дефолиации посевов.

Вика посевная характеризуется активным ростом надземной массы в период от бутонизации до образования бобов. Нами установлено, что длина вегетационного периода у этой культуры находилась на уровне 119–124 дней и у кормовых бобов сорта Стрелецкие она составила 124 дня, Бобоса – 130 дней. Уборка семян у этих культур проходила в более поздние сроки, по сравнению с горохом и люпином, в сентябре месяце. Этот период характеризовался пониженным температурным фоном и повышенной влажностью. Однако, это не повлияло на продуктивность посевов культур, но потребовало дополнительных затрат на сушку семян вики и бобов.

Густота стеблестоя зависит от нормы высева семян и полевой всхожести. Норма высева семян: гороха – 1, 5 млн всхожих семян на гектар, люпина узколистного 1,4, вики посевной – 2,0, бобов кормовых – 0,4 млн всхожих семян на гектар. Дружность всходов складывается из биологических особенностей культуры и почвенно-климатических условий во время посева.

Среди высеваемых в опыте сортов гороха наибольшее количество взошедших растений было у сорта Миллениум – 131 шт./м²; наименьшим – 123 шт./ м² у сортов Фацет и Фаэтон полевая всхожесть у них составила – 87 % и 82 % соответственно. У сортов вики посевной Никольская и Ивушка полевая всхожесть находилась на уровне 83–84 %. Среди изучаемых сортов узколистного люпина

Талант и Жодинский выявлено существенное различие по этому показателю. Полевая всхожесть семян составила 96 % и 99 %, соответственно. Полевая всхожесть кормовых бобов оказалась наиболее низкой (72–75 %) среди всех изучаемых нами культур (табл. 1).

Таблица 1. Густота стеблестоя посевов зернобобовых культур

№ п/п	Сорт	Количество взшедших растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Сохранность растений к уборке, %
Горох посевной					
1	Фацет	123	82	89	72
2	Заранка	127	85	94	74
3	Миллениум	131	87	98	75
Горох полевой					
4	Фазтон	123	82	91	74
5	Зазерский усатый	126	84	92	73
Вика посевная					
6	Никольская	166	83	123	74
7	Ивушка	168	84	128	76
Люпин узколистный					
8	Талант	96	74	74	77
9	Жодинский	99	76	75	76
Кормовые бобы					
10	Стрелецкие	36	72	30	84
11	Бобос	38	75	31	81

На величину сохранности растений к полной спелости семян оказывают существенное влияние погодные условия, что в свою очередь определяет биологическую урожайность посевов бобовых культур. В зависимости от вида культуры и сорта она составила 72–84 %.

Следует отметить, что на величину урожайности семян, особенно в производственных условиях с избыточным увлажнением почвы, могут оказывать влияние такие показатели, как устойчивость растений к полеганию и к поражению болезнями. Среди изучаемых нами видов зернобобовых культур горох и вика характеризуются полегающим стеблем, что затрудняет уборку семян. Люпин и бобы обладают прямостоячим стеблем, не склонным к полеганию растений, что обеспечивает уборку на семена прямым комбайнированием, без существенных потерь при этом. Уровень полегамости посевов зависит и от генетических особенностей у созданных новых сортов. Оценка по уровню полегамости посевов у изучаемых нами бобовых культур показала, что короткостебельные сорта гороха обладают высокой для культуры с полегающим стеблем устойчивостью в фазу полного созревания семян. Устойчивость их к полеганию составила 3,7–4,3 баллов. У более высоких сортов она была на уровне 2,8–3,1 баллов (табл. 2).

Таблица 2. Морфологическая характеристика стебля зернобобовых культур

№ п/п	Сорт	Длина стебля, см	Устойчивость растений к полеганию, балл	Поражаемость аскохитозом, балл
Горох посевной				
1	Фацет	108,2	3,1	0,2
2	Заранка	120,6	2,8	0,4
3	Миллениум	91,4	3,7	0
Горох полевой				
4	Фазтон	94,3	3,9	0
5	Зазерский усатый	95,6	4,3	0,3
Вика посевная				
6	Никольская	114,6	1,5	2,2
7	Ивушка	110,8	1,5	2,0
Люпин узколистный				
8	Талант	68,2	4,7	0,8
9	Жодинский	66,2	4,9	0,8
Кормовые бобы				
10	Стрелецкие	125,5	5,0	1,7
11	Бобос	118,6	5,0	1,5

Растения вики посевной сортов зернового направления, с длиной стебля 110,8–114,6 см, характеризуются низким баллом устойчивости к полеганию (1,5 баллов). Длина стебля у обоих сортов люпина узколистного зернового направления составила 66,2–68,2 см, устойчивость к полеганию у них высокая (4,7–4,9 баллов). У кормовых бобов этот показатель составил 118–125 см. Биологической особен-

ностью данной культуры является наличие прочного и не склонного к полеганию стебля. Поэтому посе́вы характеризовались наивысшим баллом устойчивости (5 баллов).

Изучаемые нами бобовые культуры, имели различную устойчивость к наиболее распространенной в наших почвенно-климатических условиях болезни – аскохитозу. Поражение возбудителем этой болезни в большей степени наблюдается у видов и сортов зернобобовых культур, имеющих наиболее длительный период вегетации и, естественно, генетической устойчивости сорта. В наших исследованиях наибольший балл поражения отмечен у кормовых бобов сорта Стрелецкий (1,7), растения более современного сорта Бобос в меньшей степени поразились этой болезнью (1,5). Сорта гороха и люпина узколистного имели наименьший показатель поражения аскохитозом (0,2–0,8 баллов). Сорта вики посевной существенно не различались по величине балла поражения аскохитозом, у сорта Никольская он составил 2,2, Ивушки – 2,0 баллов.

Анализируя элементы структуры урожайности семян изучаемых культур, следует отметить, что выраженность признаков, влияющих на величину сбора семян с единицы площади, зависела от биологических особенностей вида и сорта бобовой культуры.

Данные по структуре урожая семян показывают на видовое различие формирования генеративной сферы у растений. Так, в зависимости от изучаемых нами сортов гороха в среднем на растении сформировалось от 4,0 до 4,4 бобов. Этот показатель у сортов люпина узколистного значительно не различался (7,7–7,8 бобов), у вики посевной он колебался от 8,3 до 8,8 бобов на растении и у бобов кормовых – 7,2–8,1 штук с растения.

Масса 1000 семян у изучаемых нами культур существенно различалась между собой. Максимальным этот показатель был отмечен у кормовых бобов сорта Бобос, который достиг 453,9 граммов. Сортным признаком сорта Стрелецкие является более низкая масса 1000 семян по сравнению с сортом Бобос (352,1 граммов). Минимальная масса 1000 семян присуща у вики посевной и она составила 69,6 и 71,1 граммов в зависимости от сорта.

Изучаемые нами зернобобовые культуры различались по сбору семян с единицы площади, как в пределах вида, так и сортов. Если сорт люпина узколистного Жодинский обеспечил урожайность семян 37,6 ц/га, то сорт Талант – 32,7 ц/га (табл. 3). Наибольшим этот показатель (40 ц/га) был у сортов гороха Фацет и Фазтон и кормовых бобов сорта Бобос. Сорта вики сформировали урожайность семян 28,3 – 33,2 ц/га.

Сбор сырого белка зависел от его содержания в семенах изучаемых культур и урожайности семян. Среди видов бобовых культур наибольшим этот показатель был у следующих сортов: гороха – Фазтон (10,59 ц/га), люпина узколистного – Жодинский (13,05 ц/га), бобов кормовых – Бобос (12,56 ц/га).

Сбор энергии с урожаем семян зависел преимущественно от урожайности семян у изучаемых нами культур. У сортов гороха он составил 39,99 – 45,11 Гдж/га, наибольшим был у сорта Миллениум. Сорт бобов кормовых сформировал высокий сбор энергии с урожаем семян (46,06 ГДж /га) за счет урожайности семян на уровне 40,4 ц/га.

Таблица 3. Урожайность семян у зернобобовых культур

№п/п	Сорт	Урожайность семян, ц/га	Сбор сырого белка с урожаем семян, ц/га	Сбор энергии с урожаем семян, Гдж/га
Горох посевной				
1	Фацет	39,4	8,06	44,13
2	Заранка	35,7	8,03	39,99
3	Миллениум	37,6	8,69	45,11
Горох полевой				
4	Фазтон	40,1	10,59	44,91
5	Зазерский усатый	36,4	8,66	40,77
Вика посевная				
6	Никольская	28,3	9,08	31,90
7	Ивушка	33,2	11,2	37,51
Люпин узколистный				
8	Талант	32,7	10,99	36,30
9	Жодинский	37,6	13,05	41,74
Кормовые бобы				
10	Стрелецкие	30,1	8,86	34,31
11	Бобос	40,4	12,56	46,06
НСР _{0,5}		1,3		

Заключение

Среди изученных нами зернобобовых культур, наиболее скороспелыми культурами являются горох и люпин узколистный. Максимальная урожайность семян на уровне 40 ц/га сформировали сорта

гороха Фацет и Фаэтон и сорт бобов кормовых Бобос. Сорт люпина узколистного Жодинский обеспечил урожайность семян 37,6 ц/га, что на 4,9 ц/га больше по сравнению с сортом Талант. Не склонны к полеганию посевов бобы кормовые и люпин узколистный, имеющие прямостоячий стебель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашевич, Н. П. Реализация биологического потенциала продуктивности однолетних и многолетних агрофитоценозов: монография / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 206 с.
2. Лукашевич, Н. П. Кормопроизводство: учебник / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова. – Минск: ИВЦ Минфина: 2014. – 592 с.
3. Кормовой горох: как добиться урожайности в 50 ц/га / Н. П. Лукашевич [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 76–77.
4. Возделываем зернофуражные сорта гороха / Н. П. Лукашевич [и др.] // Животноводство России. – 2017. – № 10. – С. 61–62.
5. Лукашевич, Н. П. Альтернативные технологии возделывания гороха и вики / Н. П. Лукашевич, Т. М. Шлома, И. В. Ковалёва // Животноводство России. – 2016. – №12. – С. 58–62.
6. Повышение технологичности посевов зернобобовых культур / Н. П. Лукашевич, И. М. Коваль, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева, А. С. Петрович // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т.54, вып. 2. – С. 102–106.
7. Рекомендации по технологии возделывания современных сортов гороха в условиях Витебской области / Н. П. Лукашевич [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2008. – 39 с.
8. Шлома, Т. М. Оптимизация азотного питания зернобобовых культур / Т. М. Шлома, Н. Н. Зенькова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – №3. – С. 10–12.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: –1968. – 335с.

ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЕМОМ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА

А. И. ПОЛЯКОВ, О. В. НИКИТЕНКО, С. В. ЛИТОШКО

Институт масличных культур НААН,
пос. Солнечный, Украина, 69093, e-mail: a.i.polyakov030363@gmail.com

(Поступила в редакцию 21.09.2020)

Формирование высокого урожая сельскохозяйственных культур является результатом фотосинтеза. Интенсивность накопления органического вещества зависит от величины листовой поверхности. Мощность ассимиляционного аппарата и продолжительность его работы является решающим фактором продуктивности фотосинтеза, обуславливающим количественные и качественные показатели урожая. Целью исследований было определение влияния уровня минерального питания и регуляторов роста на площадь листовой поверхности, фотосинтетическую деятельность и урожайность подсолнечника по разным способам основной обработки почвы. В результате проведенных в 2016–2018 гг. исследований установлено, что показатели площади листовой поверхности одного растения и на одном гектаре подсолнечника гибрида Ратник менялись под влиянием применения минеральных удобрений и регуляторов роста и были большими по классической системе основной обработки почвы – 45,8–55,0 дм² и 20,8–25,2 тыс. м², по безотвальной системе основной обработки почвы они снизились до 45,7–54,7 дм² и 19,7–23,7 тыс. м², а по минимальной – до 44,6–53,9 дм² и 19,3–23,2 тыс. м². Наибольшие показатели площади листовой поверхности одного растения по всем системам основной обработки почвы отмечены при внесении полного удобрения N₆₀P₆₀K₆₀. Применение регуляторов роста во всех комбинациях приводило к увеличению показателей площади листовой поверхности одного растения и на одном гектаре. Большие показатели ЧПФ отмечены в посевах по классической системе основной обработки почвы, которые составили в зависимости от схемы применения препаратов: на контроле (без удобрений) – 5,95–6,16 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀ – 6,31–6,56 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀P₆₀ – 6,25–6,47 г/м² × сут в вариантах с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ – 6,29–6,42 г/м² × сут. Внесение минеральных удобрений в различных дозах способствовало росту чистой продуктивности фотосинтеза: по классической системе на 0,31–0,44, по безотвальной на 0,02–0,24, по минимальной 0,01–0,08 г/м² × сут. Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности растениями подсолнечника сложились по классической системе основной обработки почвы с урожайностью в зависимости от дозы удобрений и варианта применения регуляторов роста 2,62–3,46 т/га. По безотвальной системе она снизилась на 0,18–0,39 т/га, а по минимальной – на 0,26–0,51 т/га. Наибольшая прибавка урожайности от применения минеральных удобрений получена при внесении их в дозе N₆₀P₆₀K₆₀: по классической системе – 0,52–0,64 т/га; по безотвальной – 0,40–0,51 т/га; по минимальной – 0,35–0,45 т/га. Наибольшая урожайность подсолнечника гибрида Ратник – 3,46 т/га получена при выращивании по классической системе основной обработки почвы, внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ под предпосевную культивацию и опрыскивании посевов в фазе 6–8 пар настоящих листьев смесью препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличные.

Ключевые слова: подсолнечник, система основной обработки почвы, минеральное удобрение, регулятор роста, площадь листовой поверхности, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.

The formation of a high yield of crops is the result of photosynthesis. The rate of accumulation of organic matter depends on the size of leaf surface. The power of assimilation apparatus and the duration of its work is a decisive factor in the productivity of photosynthesis, which determines the quantitative and qualitative indicators of the yield. The aim of research was to determine the influence of levels of mineral nutrition and growth regulators on the leaf surface area, photosynthetic activity and yield of sunflower according to different methods of basic soil cultivation. As a result of research conducted in 2016–2018, it was found that the indicators of leaf surface area of one plant and one hectare of sunflower hybrid Ratnik changed under the influence of the use of mineral fertilizers and growth regulators and were large in the classical system of basic tillage – 45.8–55.0 dm² and 20.8–25.2 thousand m². In the moldboard-free system of the main tillage, they decreased to 45.7–54.7 dm² and 19.7–23.7 thousand m², and in the minimum cultivation system – to 44.6–53.9 dm² and 19.3–23.2 thousand m². The largest indices of leaf surface area of one plant in all systems of basic tillage were noted with the introduction of full fertilizer N₆₀P₆₀K₆₀. The use of growth regulators in all combinations led to an increase in leaf area per plant and per hectare. Large indices of net productivity of photosynthesis were noted in crops sown according to the classical system of basic tillage, which were, depending on the scheme of preparation use: in the control plot (without fertilizers) – 5.95–6.16 g / m² × day, in variants with introduction of N₄₀ – 6.31–6.56 g / m² × day, in variants with introduction of N₄₀P₆₀ – 6.25–6.47 g / m² × day, and in variants with introduction of N₆₀P₆₀K₆₀ – 6.29–6.42 g / m² × day. Application of mineral fertilizers in various doses promoted an increase in the net productivity of photosynthesis: in the classical system by 0.31–0.44, in the non-moldboard system by 0.02–0.24, in the minimum cultivation system by 0.01–0.08 g / m² × day. The most favorable conditions for the formation of sunflower plants productivity developed in the classical system of basic tillage with yield depending on the dose of fertilizers and the option of using growth regulators from 2.62 to 3.46 t / ha. In non-moldboard system, it decreased by 0.18–0.39 t / ha, and in the minimum cultivation system – by 0.26–0.51 t / ha. The greatest increase in productivity from the use of mineral fertilizers was obtained when they were applied at a dose of N₆₀P₆₀K₆₀: in the classical system – 0.52–0.64 t / ha; in non-moldboard system – 0.40–0.51 t / ha; in minimum cultivation system – 0.35–0.45 t / ha. The highest yield of sunflower hybrid Ratnik of 3.46 t / ha was obtained in the classical system of basic soil cultivation, with fertilization at a dose of N₆₀P₆₀K₆₀ for pre-sowing cultivation and the spraying of crops in the phase of 6–8 pairs of real leaves with a mixture of Rost-concentrate + Chelatin oilseeds.

Key words: sunflower, system of basic tillage, mineral fertilizer, growth regulator, leaf area, net productivity of photosynthesis, yield.

Введение

Формирование высокого урожая сельскохозяйственных культур является результатом фотосинтеза, в процессе которого из простых веществ образуются богатые энергией сложные и разнообразные по химическому составу органические соединения. Как известно, интенсивность накопления органического вещества зависит от величины листовой поверхности, определяемой биометрическими параметрами растений и, в значительной степени, зависящей от режима их питания, а также продолжительностью активной деятельности листьев. Мощность ассимиляционного аппарата и продолжительность его работы является решающим фактором продуктивности фотосинтеза, обуславливающим количественные и качественные показатели урожая [7].

Посевы полевых культур – могучие фотосинтезирующие системы, по возможности поглощать солнечную энергию намного (в 2–5 раз) превышают естественные угодья, в том числе луга, пастбища и лесные насаждения. Листья, как известно, являются основным органом фотосинтеза, хоть частично эту роль выполняют также зеленые стебли, соцветия в начале их образования и даже корни (например, опорные корни у кукурузы). Фотосинтез – основной источник формирования биомассы растений. Он также обеспечивает энергией все процессы роста, обмена энергии. Солнечная радиация обеспечивает, кроме того, тепловой и водный баланс во всей биосфере. Для оптимального прохождения фотосинтеза посев должен иметь определенную площадь листовой поверхности. Оптимальная площадь листовой поверхности (40–60 тыс. м²/га) должна приходиться на период активной вегетации растений. Показателем оптимального прохождения фотосинтеза является количество пластичных веществ на единицу листовой поверхности, которые накапливает посев. Считается оптимальным, когда на 1 м² площади листьев в зерновых, корнеплодов, картофеля и других культур ассимилируется 4–6 г органического вещества в сутки [1, 3].

Чистая продуктивность фотосинтеза отражает прибавку общей биомассы растений за определенный промежуток времени относительно показателя средней площади листьев за этот же период и выражается в г/сутки/м². Фотосинтетический потенциал посева рассчитывают, исходя из суммы величины площади листовой поверхности на гектар посева за каждые сутки в течение всего вегетационного периода. Учет этих показателей характеризует эффективность фотосинтеза. Эффективность фотосинтеза каждого отдельного растения, как и агроценоза в целом, обусловлена большим количеством факторов, следовательно, важно разработать комплекс мер, направленный не только на обеспечение потребностей растений во влаге и минеральном питании, но и на содействие достаточно быстрым темпам развития оптимальной листовой площади и длительном ее функционировании [5, 6, 8].

На формирование фотосинтетической поверхности посева влияют как биотические, так и абиотические факторы. С биотических факторов это срок сева, норма и глубина высева, обработка почвы, система удобрения, регуляторы роста, орошение и тому подобное. Они способствуют использованию абиотических факторов – солнечного света, осадков, а также уменьшению негативного влияния экстремальных показателей влажности воздуха и почвы [4, 9, 10].

Цель исследований – определить влияние уровня минерального питания и регуляторов роста на площадь листовой поверхности, фотосинтетическую деятельность и урожайность подсолнечника по разным способам основной обработки почвы.

Основная часть

Исследования проводились в 2016–2018 годах на полях Института масличных культур НААН Украины. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, среднемощный малогумусный, с содержанием гумуса в пахотном слое 0–30 см – 3,5 %, доступного азота – 7,2–8,5, подвижного фосфора – 9,6–10,3, обменного калия – 15,2–16,9 мг/100 г почвы, рН почвенного раствора 6,5–7,0.

Сев подсолнечника гибрида Ратник проводили на глубину заделки семян 6–7 см с шириной междурядий 70 см и нормой высева – 50 тыс. всхожих семян на гектар. Системы основной обработки почвы: классическая – дискование в два следа, вспашка (ПН-3-35) на глубину 22–25 см; безотвальная – дискование в два следа, безотвальная обработка (КЛД-3,0) на глубину 25–27 см; минимальная – дискование в два следа, культивация (КПС-4,0) на глубину 10–12 см.

Варианты применения минеральных удобрений: 1. Контроль – без удобрений, 2. N₄₀, 3. N₄₀P₆₀, 4. N₆₀P₆₀K₆₀. Варианты применения регуляторов роста: 1. Контроль – обработка водой (250 л/га), 2. Рост-концентрат + Хелатин масличные (6–8 пар настоящих листьев), 3. Хелатин форте + Хелатин моно бор (6–8 пар настоящих листьев), 4. Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий (6–8 пар настоящих листьев), 5. 1 обработка: Хелатин фосфор-калий + Хелатин мультимикс + Хелатин моно бор (3–

4 пары настоящих листьев), 2 обработка: Хелатин моно бор (6–8 пар настоящих листьев). Повторность в опыте трехкратная. Размещение делянок последовательное.

Дисперсионный анализ осуществляли в программном пакете Microsoft Excel на основе методик Б. А. Доспехова.

Закладку опыта и проведение исследований осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками полевых опытов в земледелии и растениеводстве [2].

В среднем за 2016–2018 годы площадь листовой поверхности одного растения подсолнечника гибрида Ратник менялась под влиянием применения минеральных удобрений и регуляторов роста и находилась в пределах на контроле (без удобрений): по классической системе основной обработки почвы 45,8–47,7 дм², по безотвальной – 45,7–47,7 дм², по минимальной – 44,6–47,2 дм² (табл. 1).

Таблица 1. Влияние применения удобрений и регуляторов роста на площадь листовой поверхности подсолнечника гибрида Ратник при разных системах основной обработки почвы в фазу цветения, 2016–2018 гг.

Применение минеральных удобрений	* Применение регуляторов роста	Система основной обработки почвы					
		Классическая (с вспашкой)		Безотвальная		Минимальная	
		площадь листовой поверхности 1 растения, дм ²	площадь листовой поверхности на 1 га, тыс. м ²	площадь листовой поверхности 1 растения, дм ²	площадь листовой поверхности на 1 га, тыс. м ²	площадь листовой поверхности 1 растения, дм ²	площадь листовой поверхности на 1 га, тыс. м ²
Без удобрений (контроль)	1	45,8	20,8	45,7	19,7	44,6	19,3
	2	47,6	21,8	47,4	20,6	46,6	20,1
	3	46,8	21,3	46,3	20,2	46,1	19,8
	4	46,8	21,3	47,0	20,4	45,3	19,7
	5	47,7	21,8	47,7	20,8	47,2	20,3
N ₄₀	1	49,4	22,6	48,7	21,1	48,3	20,9
	2	51,7	23,5	51,1	22,2	51,5	22,2
	3	50,2	22,9	50,2	21,7	50,4	21,7
	4	50,4	22,9	50,4	21,7	50,1	21,7
	5	51,6	23,6	51,0	22,2	51,3	22,0
N ₄₀ P ₆₀	1	51,3	23,3	50,0	21,7	50,1	21,5
	2	53,3	24,4	52,8	22,9	52,6	22,7
	3	52,4	23,9	52,0	22,5	50,6	21,9
	4	51,8	23,7	51,6	22,4	51,2	22,1
	5	53,4	24,3	52,4	22,8	52,7	22,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	52,3	23,7	51,8	22,5	51,2	22,2
	2	55,0	25,2	54,7	23,6	53,7	23,2
	3	53,5	24,4	53,1	23,1	52,7	22,7
	4	53,8	24,5	52,8	23,0	52,8	22,8
	5	54,5	24,9	54,5	23,7	53,9	23,2

* 1 – Без обработки; 2 – Рост-концентрат + Хелатин масляные; 3 – Хелатин форте + Хелатин моно бор; 4 – Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий; 5 – 1 обработка: Хелатин фосфор-калий + Хелатин мультимикс + Хелатин моно бор, 2 обработка: Хелатин моно бор.

При внесении удобрений в дозе N₄₀: по классической системе основной обработки почвы 49,4–51,7 дм², по безотвальной – 48,7–51,1 дм², по минимальной – 48,3–51,5 дм²; при внесении удобрений в дозе N₄₀P₆₀: по классической системе основной обработки почвы 51,3–53,4 дм², по безотвальной – 50,0–52,8 дм², по минимальной – 50,1–52,7 дм²; при внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀: по классической системе основной обработки почвы 52,3–55,0 дм², по безотвальной – 51,8–54,7 дм², по минимальной – 51,2–53,9 дм². Наибольшие показатели площади листовой поверхности одного растения по всем системам основной обработки почвы отмечены при внесении полного удобрения. Средние показатели площади листовой поверхности на одном гектаре большими были по классической системе основной обработки почвы – 20,8–25,2 тыс. м², по безотвальной системе основной обработки почвы они снизились до 19,7–23,7 тыс. м² а по минимальной до 19,3–23,2 тыс. м². Применение регуляторов роста во всех комбинациях приводило к увеличению показателей площади листовой поверхности одного растения и на одном гектаре.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) растений подсолнечника в фазе цветения менялась под влиянием системы основной обработки почвы и дополнительного минерального питания. Большие показатели ЧПФ отмечены в посевах по классической системе основной обработки почвы, которые составили в зависимости от схемы применения препаратов: на контроле (без удобрений) – 5,95–6,16 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀ – 6,31–6,56 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀P₆₀ – 6,25–6,47 г/м² × сут в вариантах с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ – 6,29–6,42 г/м² × сут (табл. 2). Внесение минеральных удобрений в различных дозах способствовало росту чистой продуктивности фотосинтеза: по

классической системе на $0,31-0,44 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$, по безотвальной на $0,02-0,24 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$. Следует отметить, что в посевах подсолнечника по минимальной системе обработки почвы минеральные удобрения сравнительно в меньшей степени повлияли на процесс фотосинтеза – ЧПФ выросла всего на $0,01-0,08 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$, а в некоторых вариантах, даже была меньше на $0,02-0,15 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$. Наибольшее влияние регуляторов роста на чистую продуктивность фотосинтеза отмечено в посевах подсолнечника гибрида Ратник по классической системе основной обработки почвы, где она выросла по отношению к контролю на $0,01-0,25 \text{ г/м}^2 \times \text{сут}$ в зависимости от фона минерального питания.

Таблица 2. Влияние применения удобрений и регуляторов роста на чистую продуктивность фотосинтеза подсолнечника гибрида Ратник при разных системах основной обработки почвы в фазу цветения, $\text{г/м}^2 \times \text{сут}$, 2016–2018 гг.

Применение минеральных удобрений	* Применение регуляторов роста	Система основной обработки почвы		
		Классическая (с вспашкой)	Безотвальная	Минимальная
Без удобрений (контроль)	1	5,95	5,58	5,57
	2	6,16	5,74	5,65
	3	6,15	5,64	5,54
	4	6,09	5,61	5,59
	5	6,06	5,59	5,58
N ₄₀	1	6,31	5,80	5,61
	2	6,47	5,77	5,67
	3	6,56	5,80	5,60
	4	6,46	5,83	5,57
	5	6,41	5,81	5,66
N ₄₀ P ₆₀	1	6,25	5,82	5,57
	2	6,35	5,74	5,66
	3	6,40	5,79	5,57
	4	6,47	5,76	5,57
	5	6,38	5,72	5,43
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	6,39	5,79	5,54
	2	6,29	5,73	5,54
	3	6,42	5,75	5,57
	4	6,40	5,74	5,62
	5	6,34	5,57	5,48

* 1 – Без обработки; 2 – Рост-концентрат + Хелатин масличные; 3 – Хелатин форте + Хелатин моно бор; 4 – Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий; 5 – 1 обработка: Хелатин фосфор-калий + Хелатин мультимикс + Хелатин моно бор, 2 обработка: Хелатин моно бор.

При анализе данных по урожайности подсолнечника гибрида Ратник установлено, что наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности растениями подсолнечника сложились по классической системе основной обработки почвы. Урожайность в зависимости от дозы удобрений и варианта применения регуляторов роста составила $2,62-3,46 \text{ т/га}$ (табл. 3). При соответствующих условиях выращивания подсолнечника по безотвальной системе обработки почвы, урожайность снизилась на $0,18-0,39 \text{ т/га}$, а при минимальной – на $0,26-0,51 \text{ т/га}$.

Наибольшая прибавка урожайности от применения минеральных удобрений по всем системам основной обработки почвы получена при внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀: по классической – $0,52-0,64 \text{ т/га}$; по безотвальной – $0,40-0,51 \text{ т/га}$; по минимальной – $0,35-0,45 \text{ т/га}$. Наивысшие показатели урожайности подсолнечника гибрида Ратник – $3,46$ и $3,45 \text{ т/га}$ получены при выращивании по классической системе основной обработки почвы, внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ под предпосевную культивацию второго и пятого вариантов применения регуляторов роста: 2. Рост-концентрат + Хелатин масличные (6–8 пар настоящих листьев); 5. 1 обработка: Хелатин фосфор-калий + Хелатин мультимикс + Хелатин моно бор (3–4 пары настоящих листьев), 2 обработка: Хелатин моно бор (6–8 пар настоящих листьев). Следует отметить, что обработка посевов подсолнечника регуляторами роста всех вариантов их применения привела к увеличению урожайности: по классической системе основной обработки почвы на $0,13-0,32$; по безотвальной – $0,08-0,25$ и по минимальной – $0,09-0,25 \text{ т/га}$. Наиболее эффективным при равных условиях выращивания оказалось применение смеси препаратов Рост-концентрат + Хелатин масличные.

Таблица 3. Влияние применения удобрений и регуляторов роста на урожайность подсолнечника гибрида Ратник при разных системах основной обработки почвы, 2016–2018 гг.

Применение минеральных удобрений (В)	* Применение регуляторов роста (С)	Система основной обработки почвы (А)										
		Классическая (с вспашкой)			Безотвальная			Минимальная				
		Урожайность, т/га	Прибавка, ± т/га		Урожайность, т/га	Прибавка ± т/га		Урожайность, т/га	Прибавка ± т/га			
от удобрений	от препаратов		к классической	от удобрений		от препаратов	к классической		от удобрений	от препаратов		
Без удобрений (контроль)	1	2,62	–	–	2,44	-0,18	–	–	2,36	-0,26	–	–
	2	2,94	–	0,32	2,69	-0,25	–	0,25	2,61	-0,33	–	0,25
	3	2,83	–	0,21	2,63	-0,20	–	0,19	2,55	-0,28	–	0,19
	4	2,84	–	0,22	2,62	-0,22	–	0,18	2,54	-0,30	–	0,18
	5	2,90	–	0,28	2,66	-0,24	–	0,22	2,58	-0,32	–	0,22
N ₄₀	1	3,07	0,45	–	2,75	-0,32	0,31	–	2,64	-0,43	0,28	–
	2	3,31	0,36	0,24	2,96	-0,35	0,27	0,21	2,85	-0,46	0,24	0,21
	3	3,24	0,41	0,17	2,89	-0,35	0,26	0,14	2,80	-0,44	0,25	0,16
	4	3,24	0,40	0,17	2,87	-0,37	0,25	0,12	2,79	-0,45	0,25	0,15
	5	3,29	0,39	0,22	2,94	-0,35	0,28	0,19	2,83	-0,46	0,25	0,19
N ₄₀ P ₆₀	1	3,14	0,52	–	2,86	-0,28	0,42	–	2,71	-0,43	0,35	–
	2	3,39	0,45	0,25	3,05	-0,34	0,36	0,19	2,91	-0,48	0,30	0,20
	3	3,34	0,51	0,20	3,00	-0,34	0,37	0,14	2,83	-0,51	0,28	0,12
	4	3,32	0,48	0,18	2,98	-0,34	0,36	0,12	2,85	-0,47	0,31	0,14
	5	3,36	0,46	0,22	3,02	-0,34	0,36	0,16	2,88	-0,48	0,30	0,17
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	3,26	0,64	–	2,95	-0,31	0,51	–	2,81	-0,45	0,45	–
	2	3,46	0,52	0,20	3,10	-0,36	0,41	0,15	2,97	-0,49	0,36	0,16
	3	3,41	0,58	0,15	3,03	-0,38	0,40	0,08	2,90	-0,51	0,35	0,09
	4	3,39	0,55	0,13	3,04	-0,35	0,42	0,09	2,92	-0,47	0,38	0,11
	5	3,45	0,55	0,19	3,06	-0,39	0,40	0,11	2,95	-0,50	0,37	0,14

НCP₀₉₅, т/га А – 0,03-0,05; В – 0,03-0,06; С – 0,03-0,07; АВ – 0,05-0,11; АС – 0,06-0,12; ВС – 0,07-0,14; ABC – 0,11-0,25.

* 1 – Без обработки; 2 – Рост-концентрат + Хелатин масляные; 3 – Хелатин форте + Хелатин моно бор; 4 – Хелатин моно бор + Хелатин фосфор-калий; 5 – 1 обработка: Хелатин фосфор-калий + Хелатин мультимикс + Хелатин моно бор, 2 обработка: Хелатин моно бор.

Заключение

В результате проведенных в 2016–2018 гг. исследований по изучению влияния минеральных удобрений и регуляторов роста на площадь листовой поверхности, фотосинтетическую деятельность и урожайность подсолнечника гибрида Ратник по разным способам основной обработки почвы установлено:

1. Показатели площади листовой поверхности одного растения и на одном гектаре подсолнечника менялись под влиянием применения минеральных удобрений и регуляторов роста и большими были по классической системе основной обработки почвы – 45,8–55,0 дм² и 20,8–25,2 тыс. м², по безотвальной системе основной обработки почвы они снизились до 45,7–54,7 дм² и 19,7–23,7 тыс. м², а по минимальной до 44,6–53,9 дм² и 19,3–23,2 тыс. м². Наибольшие показатели площади листовой поверхности одного растения и на гектаре по всем системам основной обработки почвы отмечены при внесении полного удобрения N₆₀P₆₀K₆₀. Применение регуляторов роста во всех комбинациях приводило к увеличению показателей площади листовой поверхности одного растения и на одном гектаре.

2. Большие показатели ЧПФ отмечены в посевах по классической системе основной обработки почвы, которые составили в зависимости от схемы применения препаратов: на контроле (без удобрений) – 5,95–6,16 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀ – 6,31–6,56 г/м² × сут, в вариантах с внесением N₄₀P₆₀ – 6,25–6,47 г/м² × сут в вариантах с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ – 6,29–6,42 г/м² × сут. Внесение минеральных удобрений в различных дозах способствовало росту чистой продуктивности фотосинтеза: по классической системе на 0,31–0,44, по безотвальной на 0,02–0,24, по минимальной 0,01–0,08 г/м² × сут.

3. Наиболее благоприятные условия для формирования продуктивности растениями подсолнечника сложились по классической системе основной обработки почвы с урожайностью в зависимости от дозы удобрений и варианта применения регуляторов роста 2,62–3,46 т/га. По безотвальной системе она снизилась на 0,18–0,39 т/га, а по минимальной – на 0,26–0,51 т/га. Наибольшая прибавка урожайности от применения минеральных удобрений получена при внесении их в дозе N₆₀P₆₀K₆₀: по классической системе – 0,52–0,64 т/га; по безотвальной – 0,40–0,51 т/га; по минимальной – 0,35–0,45 т/га.

4. Наибольшая урожайность подсолнечника гибрида Ратник – 3,46 т/га – получена при выращивании по классической системе основной обработки почвы, внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ под предпосевную культивацию и опрыскивании посевов в фазе 6-8 пар настоящих листьев смесью препаратов Рост-концентрат + Хелатин масляные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодров, В. П. Роль листьев в процессе роста и развития подсолнечника: автореф. дис. канд. биол. Наук / В. П. Бодров. – М.: Из-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1984. 27 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1989. – 335 с.
3. Дьяков, А. Б. Чистая продуктивность фотосинтеза и площадь листовой поверхности располагающихся по густоте посевов подсолнечника / А. Б. Дьяков // Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. – Вып. 4, 1988. – С. 42–46.
4. Коковіхін, С. В. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення / С. В. Коковіхін, В. В. Нестерчук, Ю. М. Носенко // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – 2015. – Вип. 94. – 2015. – С. 37–42.
5. Лихочвор, В. В. Рослинництво. Технологія вирощування / В. В. Лихочвор. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 811 с.
6. Никитчин, Д. И. Масличные культуры / Д. И. Никитчин. – Запорожье: ВПК «Запоріжжя», 1996. – 256 с.
7. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, М. П. Власова. – М.: АН СССР, 1969. – 137 с.
8. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А. А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1973. – 263 с.
9. Поляков, О. І. Формування продуктивності гібрида соняшнику Каменяр в залежності від агроприйомів вирощування / О. І. Поляков, О. В. Нікітенко, С. В. Вахненко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2014. – № 21. – С. 97–104.
10. Ефективність стимуляторів росту при вирощуванні олійних культур по різних способах основної обробки ґрунту (науково-практичні рекомендації) / О. І. Поляков [та ін.]. – Запоріжжя, 2014. – 11 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ БЕЛОГО ЛЮПИНА

Е. В. РАВКОВ, Ю. С. МАЛЫШКИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ravkov@tut.by

(Поступила в редакцию 22.09.2020)

Современное промышленное животноводство Республики Беларусь испытывает дефицит кормового растительного белка собственного производства. Данную проблему можно решить путём возделывания зернобобовых культур, в частности люпина. Среди его возделываемых видов перспективным для условий Республики Беларусь является белый люпин, который по показателям качества зерна не уступает сое. Благодаря последним достижениям селекции он может успешно возделываться на полях республики, о чем свидетельствуют наши данные.

Полученные сорта Росбел и Мара с успехом проходят государственное сортоиспытание, а перспективные сортообразцы имеют урожайность на уровне 26,6–45,4 ц/га, а выход белка с 1 га составляет 9,7–15,8 ц/га, при содержании сырого протеина в зерне 32,98–36,88 %.

При механическом удалении оболочки семени и получения ядра содержание сырого протеина увеличивается на 9–10 %, а содержание клетчатки не превышает 5 %.

Кроме этого, в статье представлен химический состав зерна сортообразцов белого люпина в КСИ в среднем за 2017–2019 гг., определено содержание макро- и микроэлементов в зерне люпина и витаминов.

Таким образом, анализ основных биохимических показателей зерна белого и с учетом его более высокой потенциальной урожайности люпина показывает, что он является высокобелковой эффективной составляющей для кормления сельскохозяйственных животных и птицы. Внедрение в производство отечественных сортов белого люпина даст возможность получать дешевый экологически чистый белок, уменьшить импорт сои, а получаемая продукция будет более конкурентоспособной на рынке из-за меньшей себестоимости производства.

Ключевые слова: люпин белый, качественный состав, сырой протеин.

Modern industrial animal husbandry in the Republic of Belarus is experiencing a shortage of fodder vegetable protein of its own production. This problem can be solved by cultivating leguminous crops, in particular lupine. Among its cultivated species, white lupine is promising for the conditions of the Republic of Belarus, it is not inferior to soybeans in terms of grain quality. Thanks to the latest achievements in breeding, it can be successfully cultivated in the fields of the republic, as evidenced by our data.

The obtained varieties Rosbel and Mara are successfully undergoing state variety testing, and promising variety samples have a yield of 2.66–4.54 t / ha, and the protein yield per hectare is 0.97–1.58 t / ha, with the content of raw protein in grain of 32.98–36.88 %.

When the seed coat is removed mechanically and the kernel is obtained, the crude protein content increases by 9–10 %, and the fiber content does not exceed 5 %.

In addition, the article presents the chemical composition of grain of white lupine variety samples in control variety testing on average for 2017–2019, and determines the content of macro- and microelements and vitamins in lupine grain.

Thus, an analysis of the main biochemical parameters of white lupine grain, taking into account its higher potential yield, shows that it is a high-protein effective component of feeds of farm animals and poultry. The introduction of domestic varieties of white lupine into production will make it possible to obtain cheap, environmentally friendly protein, reduce soy imports, and the resulting products will be more competitive in the market due to lower production costs.

Key words: white lupine, qualitative composition, crude protein.

Введение

В животноводстве Беларуси одной из нерешенных проблем является дефицит кормового белка собственного производства. Перспективной высокобелковой культурой способной решить данную проблему в наших условиях является люпин его возделываемые виды. Среднее содержание белка в семенах узколистного люпина достигает 34 %, белого – 34–39 %, а у желтого – 41–44 %.

Вторым после белка ценным компонентом зерна люпина является жир (от 3 до 12 %) с характерным высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (линолевой, олеиновой), необходимых для роста и протекания различных физиологических функций организма животных [1]. Поэтому в качестве источника кормового белка и энергии по своей питательности и эффективности люпин при кормлении животных не уступает сое и превосходит другие зернобобовые культуры. Белки зерна люпина по аминокислотному составу не уступают казеину и белкам сои, имеют высокое содержание лизина, валина, лейцина. Зерно является хорошим источником минеральных веществ, целого ряда витаминов и отличается повышенным содержанием каротиноидов, практически не имеет ингибиторов трипсина, что делает возможным использовать его без термической обработки в отличие от сои [2]. Введение его в комбикорма животных позволяет не только сбалансировать по содержанию белка, но и снизить себестоимость производства концентрированных кормов.

Сдерживающим фактором использования люпина в практике кормления сельскохозяйственных животных является наличие алкалоидов, азотсодержащих органических гетероциклических веществ щелочного характера, обладающих токсическим действием и снижающих переваримость питательных веществ корма. Поэтому необходимо создавать сорта, содержащие их в небольших количествах, которые безопасны для здоровья животных и птицы.

Отрицательным фактором является также повышенное содержание клетчатки, особенно при кормлении свиней и птицы, где в рационе количество ее ограничено. Для устранения этого недостатка необходимо в кормлении использовать не только нативное зерно люпина, но и зерно люпина без оболочки. У обрубленного зерна люпина более высокие показатели содержания сырого протеина, сырого жира, легкоусвояемых и растворимых углеводов и витаминов и значительно уменьшается содержание труднопереваримой клетчатки. Однако колотое зерно без оболочки нужно получать с сортов содержащих очень низкое количество алкалоидов, так как наблюдается увеличение их количественного содержания по сравнению с необрубленным. Вместе с тем термическая обработка зерна, как для сои, способствует распадению алкалоидов и их резкому уменьшению в процентном соотношении [3].

Основная часть

Опыты, проведенные в отделе животноводства ВНИИ люпина, во ВНИИ кормов и других научно-исследовательских учреждениях и практика многих сельскохозяйственных предприятий по использованию зерна люпина в качестве белковой добавки в рационы КРС, свиней и птицы подтверждают его высокую питательность, полноценность и возможность полной замены зерном люпина дорогостоящих соевых жмыхов и шротов в рационах животных и птицы [4].

Оценка качественного и количественного состава зерна проводилась на перспективных образцах желтого и белого люпина селекции УО БГСХА в химико-экологической и испытательной лаборатории семян по стандартным методикам.

По содержанию сырого протеина образцы классифицировали согласно Международного классификатора рода *LupinusL.* [5].

Низкое – содержание сырого протеина в зерне менее 26 %.

Среднее – содержание сырого протеина в зерне 26–35 %.

Высокое – содержание сырого протеина в зерне 36–45 %.

Очень высокое – содержание сырого протеина в зерне более 45 %.

Наиболее важным компонентом в кормах является содержание сырого протеина и его аминокислотный состав, особенно наличие в достаточном количестве незаменимых аминокислот, которые в процессе обмена веществ синтезируются в недостаточном количестве или вообще не синтезируются. При их недостатке или дисбалансе в рационе у животных наблюдается нарушение обмена веществ и снижение продуктивности.

Содержание сырого протеина в зерне одного и того же сорта по годам варьирует, что связано с реакцией сорта на климатические условия и агротехнику возделывания. Анализ перспективных сортообразцов разных групп спелости по содержанию сырого протеина в зерне показал, что данный показатель варьировал от 32,98 до 38,77 % (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зерна и сбор белка у сортообразцов белого люпина в среднем за 2017–2019 гг. в КСИ

№	Сортообразец	Урожайность, ц/га	Сырой протеин		Сбор белка с 1 га, ц/га
			%	содержание	
1	Амига (контроль)	4,3	35,94	среднее	1,6
2	БЛ-А-1	35,1	33,85	среднее	11,9
3	БЛ-ДГ-7	29,2	34,98	среднее	10,2
4	БЛ-ДТ-4	26,6	38,77	высокое	10,3
5	БЛ-ДС-2	32,4	32,98	среднее	10,7
6	БЛ-СН-10-3	25,7	36,67	высокое	9,4
7	БЛ-СН-16-6	34,4	36,88	высокое	12,7
8	Дега Со ⁶⁰	29,4	33,06	среднее	9,7
9	Мара	42,0	34,06	среднее	14,3
10	Росбел	45,4	34,92	среднее	15,8
11	Мара без оболочки	–	43,81	высокое	–
12	Росбел без оболочки	–	43,94	высокое	–

На сбор белка с 1 га влияет не только процентное содержание в зерне, но и уровень урожайности сорта. Урожайность сортообразцов колебалась от 26,6 до 45,4 ц/га и они существенно превосходили контрольный сорт Амига. Сбор белка с 1 га у данных сортообразцов варьировал от 9,4 до 15,8 ц/га. Высокое содержание сырого протеина в зерне имели БЛ-ДТ-4, БЛ-СН-10-3 и БЛ-СН-16-6, у остальных он был средним и колебался от 32,98 до 35,94 %. Сортообразец БЛ-ДТ-4 является скороспелым благодаря эпигональному типу роста стебля, поэтому несмотря на более низкую урожайность по сравнению с другими сортообразцами у него сбор белка составлял более 10 ц/га.

В общем количестве заменимых аминокислот наибольшая доля приходится на глутаминовую и аспарагиновую кислоты. Содержание глутаминовой кислоты варьировало от 6,45 до 7,55 %, аспарагиновой кислоты от 2,86 до 3,20 %, глицина от 1,31 до 1,42 %, цистеина от 0,38 до 0,46 % (табл. 2).

Таблица 2. Аминокислотный состав зерна белого люпина в среднем за 2016–2019 гг.

№	Сортообразец	Незаменимые аминокислоты (% от общего содержания белка)							ΣНАК ¹	Заменимые аминокислоты (% от общего содержания белка)			
		ли- зин	ме- тио- нин	изо- лей- цин	лей- цин	трео- нин	ва- лин*	фе- нил ала- нин*		глутами- новая кислота	аспараги- новая кислота	гли- цин*	цистеин*
1	Амига (кон- троль)	1,54	0,34	1,60	2,83	1,34	1,70	1,78	12,11	7,22	3,08	1,42	0,42
2	БЛ-А-1	1,56	0,35	1,52	2,62	1,32	1,59	1,67	12,26	7,25	3,08	1,36	0,46
3	БЛ-ДГ-7	1,36	0,31	1,15	2,09	1,04	–	–	11,46	6,75	2,94	–	–
4	БЛ-ДТ-4	1,62	0,36	1,60	2,76	1,38	1,79	1,87	12,74	7,55	3,20	1,39	0,41
5	БЛ-ДС-2	1,49	0,33	1,44	2,50	1,25	1,43	1,50	11,79	6,97	2,97	1,37	0,38
6	БЛ-СН-10-3	1,28	0,29	1,07	2,01	0,96	–	–	11,00	6,45	2,86	–	–
7	БЛ-СН-16-6	1,52	0,34	1,56	2,71	1,32	1,51	1,58	11,82	7,03	2,98	1,42	0,43
8	Дега Со 60	1,33	0,30	1,12	2,06	1,01	–	–	11,27	6,60	2,91	–	–
9	Мара	1,47	0,33	1,44	2,57	1,23	1,68	1,76	11,83	7,02	3,02	1,40	0,44
10	Росбел	1,47	0,33	1,42	2,48	1,23	1,43	1,50	11,68	6,93	2,95	1,35	0,39
11	Росбел без оболочки	1,65	0,36	1,95	3,38	1,56	1,59	1,67	12,17	7,35	3,06	1,31	0,40
	X min	1,28	0,29	1,07	2,01	0,96	1,43	1,50	11,00	6,45	2,86	1,31	0,38
	X max	1,65	0,36	1,95	3,38	1,56	1,79	1,87	12,74	7,55	3,20	1,42	0,46

* – данные за 2019.

Наибольшую ценность представляют незаменимые аминокислоты, содержание которых варьировало по сортообразцам: лизин – 1,28–1,62 %, метионин – 0,29–0,36 %, изолейцин – 1,07–1,60 %, лейцин – 2,01–2,83 %, треонин – 0,96–1,38 %, валин – 1,43–1,79 %, фенилаланин – 1,50–1,87 %.

Более ценным высокобелковым кормом является обрушенное зерно люпина (удалена механическим путем оболочка семени), чем нативное зерно. Сравнительная оценка сортов Росбел и Мара по содержанию сырого протеина и аминокислот в нативном и обрушенном зерне показывает, что содержание сырого протеина увеличивается на 9–10 % и достигает почти 44 %, также увеличивается и процент содержания аминокислот (табл. 1 и 2).

Основным поставщиком энергии в клетки и ткани растительного организма являются углеводы к которым относится клетчатка, сахар и крахмал. В нативном зерне белого люпина содержание сырой клетчатки варьировало от 14,64 до 17,50 %, а в обрушенном зерне оно было ниже 5,0 %, которая является трудноперевариваемой составляющей корма. Содержание крахмала по сортообразцам колебалось от 22,5 до 25,2 %, а после удаления оболочки семени содержание крахмала возрастает. Содержание сахара как в нативном, так и обрушенном зерне практически одинаково и варьировало по сортообразцам от 2,33 до 2,63 % (табл. 3).

Важным поставщиком энергии является наличие жира и жироподобных веществ в зерне. В зерне люпина содержание сырого жира варьировало от 6,16 до 9,29 % и его количество зависело в первую очередь от генотипа сорта, а также климатических условий вегетационного периода. Жировой состав по литературным данным представлен до 70 % преимущественно высокоценными ненасыщенными жирными кислотами олеиновой и линолевой. Среди насыщенных кислот преобладает пальмитиновая [6].

Нами было определено содержание макро- и микроэлементов в зерне люпина и витаминов. По содержанию макроэлементов в зерне их можно ранжировать следующим образом –К>Р>Са>Mg, а микроэлементы –Zn>Cu.

Таблица 3. Химический состав зерна сортообразцов белого люпина в КСИ в среднем за 2017–2019 гг., % (на а. с. в.)

№	Сортообразец	Жир, %	Зола, %	Крах-мал, %	Сахар, %	Клетчатка, %	Р, %	К, %	Са, %	Mg, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг
1	Амига (контроль)	7,41	3,61	24,1	2,58	16,08	0,71	1,08	0,18	0,17	4,49	28,99
2	БЛ-А-1	7,59	3,64	25,2	2,50	15,68	0,67	1,01	0,20	0,16	4,64	27,13
3	БЛ-ДГ-7	6,61	4,10	24,1	2,41	17,20	0,75	1,19	0,19	0,20	4,49	23,59
4	БЛ-ДТ-4	6,16	3,71	22,5	2,47	14,64	0,72	1,17	0,24	0,16	4,69	27,45
5	БЛ-ДС-2	8,45	3,69	25,2	2,63	16,38	0,60	1,06	0,19	0,21	3,62	19,97
6	БЛ-СН-10-3	6,99	4,00	23,0	2,33	16,78	0,77	1,20	0,20	0,20	5,77	27,68
7	БЛ-СН-16-6	7,34	3,77	23,7	2,45	16,13	0,72	1,15	0,18	0,20	4,52	28,05
8	Дера Со ⁶⁰	6,68	3,97	23,6	2,38	17,50	0,68	1,14	0,16	0,19	4,32	25,16
9	Мара	6,67	4,19	24,5	2,42	17,32	0,70	1,15	0,19	0,19	3,72	23,25
10	Росбел	6,88	3,90	24,8	2,34	16,50	0,69	1,16	0,19	0,20	4,06	24,57
11	Мара без оболоч-ки*	9,06	3,21			4,63	0,64	1,17	0,14	0,20	3,12	32,96
12	Росбел без оболоч-ки*	9,29	3,49	26,3	2,41	4,92	0,44	1,02	0,19	0,28	2,09	24,23
	X min	6,16	3,02	22,5	2,33	4,63	0,44	1,01	0,14	0,16	2,09	17,43
	X max	9,29	4,27	26,3	2,63	18,08	0,77	1,20	0,25	0,28	5,77	32,96

Витамины являются важной составляющей корма и их недостаток в рационе животных и птицы может привести к снижению активности определенных ферментов, из-за которого ухудшается обмен веществ, появляется потеря аппетита и слабость.

К жирорастворимым относится токоферол (витамин Е), содержание которого в образцах варьировало от 22,15 до 26,33 мг/100 г, а к водорастворимым тиамин (витамин В₁) содержание которого составляло 0,644–0,799 мг/100 г, рибофлавин (витамин В₂) – 0,727–0,997 мг/100 г, холин (витамин В₄) – 19,25–24,51 мг/100 г, пантотеновая кислота (витамин В₅) – 17,25–22,36 мг/100 г.

Закключение

Таким образом, анализ основных биохимических показателей зерна белого и с учетом его более высокой потенциальной урожайности люпина показывает, что он является высокобелковой эффективной составляющей для кормления сельскохозяйственных животных и птицы. Внедрение в производство отечественных сортов белого люпина даст возможность получать дешевый экологически чистый белок, уменьшить импорт сои, а получаемая продукция будет более конкурентоспособной на рынке из-за меньшей себестоимости производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фицев, А. И. Люпин в кормлении цыплят-бройлеров / А. И. Фицев, В.Ф. Воронкова, М. В. Мамаева // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 25–30.
2. Штем, А. Л. Кормовая ценность белого люпина для высокопродуктивной птицы / А. Л. Штем // Белый люпин. – 2014. – № 1. – С. 15–21.
3. Яговенко, Т. В. Люпин белый (*Lupinus albus* L.) – перспективная кормовая культура: справочное пособие / Т. В. Яговенко, Е. В. Афонина, А. Е. Сорокин. – Брянск: ВНИИ люпина, 2018. – 30 с.
4. Такунов, И. П. Люпин – эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства / И. П. Такунов // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 2–5.
5. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus* L. – Л.: СССР. – 1983. – 36 с.
6. Яговенко, Т. Биохимические свойства зерна белого люпина / Т. Яговенко, Е. Афонина // Комбикорма. – 2018. – № 3. – С. 66–68.

PHENOTYPIC VARIABILITY OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF WINTER WHEAT VARIETIES DEPENDING ON GROWING TECHNOLOGIES IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O. P. VOLOSCHUK, I. S. VOLOSCHUK, V. V. HLYVA, A. Ya. MARUKHNYAK

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О. П. ВОЛОЩУК, И. С. ВОЛОЩУК, В. В. ГЛЫВА, А. Я. МАРУХНЯК

*Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины,
с. Оброшино, Львовская обл., Украина, 81115; e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com*

(Поступила в редакцию 25.09.2020)

Стратегическое значение семенной продуктивности зерновых культур раскрывается через систему функционирования и развития зернового хозяйства страны. Уровень продуктивности и качество выращиваемой продукции будет зависеть от обеспечения хозяйств каждого региона качественным семенным материалом. Одним из важных направлений семеноводства зерновых культур является преобразование национальной схемы сертификации высококачественных семян в международную схему сертификации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Введение в Украине сертификации сортов семян распространяется на все государства-члены этой организации, члены ООН и ВТО, которые присоединились к схемам, и выдача единых сортовых документов на семена позволяет нашему государству участвовать в международной торговле. Поэтому для усиления контроля за качеством производимой и реализуемой продукции в семеноводстве зерновых культур были разработаны и законодательно утверждены Государственные стандарты Украины: ДСТУ 2240-93, ДСТУ 2949-94, ДСТУ 4138-2002. Установлено, что продуктивность сортов озимой пшеницы в зоне Западной Лесостепи Украины обеспечивается их биологическими свойствами положительно реагировать на погодные факторы как одни из составляющих технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Доказано, что чем выше температура и меньше осадков в период созревания, тем ниже урожай зерно. В 2014 г. высокие урожаи семян не сформировались. Продуктивность сортов степного экологического типа была ниже, чем у лесостепных, во всех технологиях выращивания. Наивысшие показатели урожайности семян, репродуктивности, урожайности кондиционированных семян, массы 1000 семян, энергии прорастания, лабораторной всхожести и фракционного состава семян были получены при биологизированной технологии.

Ключевые слова: *экотип, урожай семян, посевные качества, сорт, озимая пшеница.*

The strategic importance of seed production of grain crops is revealed through the system of functioning and development of the country's grain farming. The level of productivity and product quality of grown products will depend on providing farms of each region with high-quality seed material. One of the important ways of seed production of grain crops is the transformation of the national certification scheme for high-quality seeds to the international certification scheme of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Introduction in Ukraine variety certification for seeds applies to all member states of this organization, members of the OON and the WTO that have joined to schemes and issuing uniform varietal documents for seeds allows our state to participate in international trade. Therefore, in order to increase control over the quality of the produced and sold products in the seed industry of grain crops, the State Standards of Ukraine were developed and legally approved: DSTU 2240-93, DSTU 2949-94, DSTU 4138-2002.

It has been established that the productivity of winter wheat varieties in the zone of the Western Forest-Steppe of Ukraine is ensured by their biological properties to respond positively to weather factors that comprise the technology of growing crops. It is proved that the higher the temperature and the lesser amount of precipitation during the ripening period, the grain harvest in 2014 hid the formation of high seed yields. The productivity of steppe ecological type varieties was lower compared to forest-steppe for all growing technologies. The highest indicators: seed yield, reproduction rate, the yield of conditioned seeds, 1000 seed mass, germination energy, laboratory germination and fractional composition of seeds provided the biologized technology.

Key words: *ecotype, seed yield, sowing qualities, variety, winter wheat.*

Introduction

The importance of producing high-quality seeds is growing with the constant use of new types fertilizers, means of protection, biological preparations, etc., as well as the introduction of new varieties into production, which differ in morphological and biological properties from those in production. All this requires the development of effective agrotechnological methods of cultivation, the complex of which is the varietal technology of winter wheat. Nonobservance of technological processes, violations, or simplification of the recommended elements of agricultural technologies leads to a decrease in the yield of varieties, product quality and profitability [9, s. 3–9; 10, s. 21–22; 13, s. 44–49; 14, s. 16–19; 17, s. 24–26; 18, s. 5–10; 22, s. 36–39; 26, s. 56–61; 27, s. 54–57; 28, 351 s.].

One of the most important links of agriculture, which forms the basis of the economic and social development of Ukraine and determines its food security are varietal resources [1, s. 170–178; 6, s. 56–62; 7,

s. 86–90; 8, s. 61–66). The varieties created by native science are characterized by high productivity, more economical consumption of energy and nutrients for production and provided 25–30 % yield increase [2, s. 12–14; 12, s. 157–159; 16, s. 146–160; 20, s. 44–47]. However, the potential of a variety can be fully realized under the conditions of compliance agrotechnology its cultivation to biological characteristics in particular: if it has a potential yield of 7–10 t/ha, winter- and drought-resistant, well responds to high agrotechnics, resistant to disease and lodging [3, s. 38–40; 5, s. 56–63; 11, s. 20; 15, 588 s.].

The reaction of varieties to the same growing conditions is different, therefore, due to taking into account the biologically genetic potential of modern varieties and their proper selection, the farmer or private owner has all the opportunities to ensure a constant increase in the production of grain - both quantitatively and qualitatively [19, s. 1–5; 21, s. 75–79; 23, s. 3–17; 24, s. 50–53; 25, s. 82–88].

The purpose of the research was to determine the characteristics of the formation of seed productivity and sowing qualities of seeds and the realization of the genetic potential of the productivity varieties depending on the intensification of the cultivation technology and the influence of weather factors.

Main part

Twelve winter wheat varieties of various originator institutions of Ukraine were taken for research. The experiments were carried out in the crop rotation of the seed studies laboratory of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, during 2013–2017, by field and laboratory methods. The total area of the experimental plot was 60 m², accounting – 50 m², placement of variants were systematic, with three replication.

The soil of the research plots is forest gray, superficially gleyed, and silty loamy, which was characterized by the following indicators: humus content (by Tyurin) – 1.9 %, salt extract pH (potentiometric method) – 4.8, hydrolytic acidity (by Kappen-Hilkovits) – 2.91 mg eq./100 g of soil, the content of mobile phosphorus and potassium (by Kirsanov) – 98 and 85 mg per 1 kg of soil, easily hydrolyzed nitrogen (by Cornfield) – 87 mg per 1 kg of soil.

The basic technology for growing winter wheat seeds included: presowing seed treatment with Vitavaks 200 FF, 34 % w.s.c. (3.0 l/t), the application of mineral fertilizers in the rate N₃₀P₉₀K₉₀ under sowing and the phased application of nitrogen N₃₀ in the IV and VII stages of organogenesis, chemical protection from weeds, diseases and pests: herbicides – Grodyl Maxi, 37.5 % o.d. (0.09–0.11 l/ha) + Zenkor Liquid, 60 % c.s. (0.1–0.4 l/ha), fungicide – Lamardor PRO, 18 % f.c.s. (0.5–0.6 l/ha), insecticide – Fastak, 10 % c.s. (0.1–0.25 l/ha).

Energy saturated technology based on the maximum concentration and high-intensive use of the material and technical resources, in particular, the highest rate of mineral fertilizers N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ with a phased application of nitrogen, the use of pesticides: Grodyl Maxi, 37.5% o. d. (0.09-0.11 l/ha) + Zenkor Liquid, 60 % c.s. (0.1–0.4 l/ha) in the tillering stage; the first treatment of sowings Rex Duo, 49.7 % c.e. (0.6 l/ha in the phase tillering – booting). The second treatment of sowing was with Karamba (1.25 l/ha in the phase booting – earing), insecticide Fastak, 10 % c.s. (0.1–0.25 l/ha), retardants Chlormequat-chloride (stabilan), 75 % f.c.s. (0.8–2.0 l/ha) at the beginning of the booting.

Biologized technology included the use of biological preparations and micronutrients to reduce the negative effects on the plant of chemicals. Pre-sowing seed treatment was carried out with Vympel-K growth stimulator (500 g/t) + Oracle seed micronutrient (1.0 l/t). The level of mineral nutrition of plants was N₃₀P₉₀K₉₀ under seeding for the application of nitrogen N₃₀ in IV and VII stages of organogenesis and foliar application of growth regulator Vympel (1.0 l/ha) with microfertilizer Oracle multicomplex (1.0–2.0 l/ha) on VII stage of organogenesis. Protection against weeds and diseases included: Grodyl Maxi, 37.5 % o.d. (0.09–0.11 l/ha) + Zenkor Liquid, 60 % c.s. (0.1–0.4 l/ha) in the tillering stage and the first treatment of sowing with the Oracle multicomplex preparation (1.5 l/ha) in the tillering phase – entering the tube, the second is the Oracle colofermyn copper (1.0 l/ha) + growth regulator Vympel-2 (0.5 l/ha) in the phase booting – earing plants).

The seeding rate was 5.5 million viable seeds/ha. The sowing qualities of the seeds of winter wheat varieties sown over the years corresponded to DSTU 4138-2002 (State Standard of Ukraine). The studies were conducted according to generally accepted methods. Processing and synthesis of research results were performed using Microsoft Excel. The obtained data were processed by the method of dispersion and correlation analysis [4, s. 6].

The main requirement of production for a variety is its high performance in a wide range of environmental conditions. The inseparably linked factors in increasing and stabilizing yields are the “genotype of the variety – seeds – cultivation technology”. Only with the proper selection of varieties for a particular zone, subzone, level of technological support of the farm can be obtained the high yields and product quality.

Analyzing this most important economic indicator in our experiments, it should be noted that the grain productivity of varieties depended on the process of productivity formation, the effect of technological elements and weather factors. Weather conditions that developed during the period of seed formation had a direct impact on the level of seed yield. In 2013, for the sums of active temperatures of the III decade of June – II July 61.4 ° C and precipitation 552 mm (average perennial norm is 521 mm), the yield of winter wheat varieties on variants of intensive basic growing technology ranged from 3.61–4.17 t/ha. The varieties of forest-steppe ecotype ensured a higher seed yield by 0.28 t/ha.

In 2014, the sum of effective temperatures for the period of filling and ripening of grain was significantly higher and amounted to 104.2 °C, and the amount of precipitation within the previous year (558 mm), which contributed to obtaining of higher seed yield of 3.86–4.16 t/ha, or by 0.15–0.16 t/ha compared with the previous year. The weather conditions in 2015 formed the sum of active temperatures of 76.7 °C and the amount of precipitation of 549 mm. Under these conditions, the highest seed yield was in varieties: Kolos Myronivshchyny (4.23 t/ha), Shchedra nyva (4.21 t/ha), and the lowest one was in the Khersonska-99 (3.69 t/ha). For the more precipitation by 12 mm, and temperatures by 8.8 °C in 2016, the average yields amounted in the forest-steppe ecological types 4.25 t/ha, steppe – 3.93 t/ha, with a reliable difference between them 0, 32 t/ha The average yield of seeds by varieties of forest-steppe ecological type in 2017 was 3.94 t/ha, steppe – 3.85 t/ha with a difference of 0.09 t/ha.

Similar conformity influence of external factors on the seed productivity of winter wheat varieties was observed for energy-saturated and biologized growing technologies.

In terms of energy-intensive cultivation of winter wheat varieties in 2013, seed yield ranged from 3.83 t/ha in the Doskonala variety to 4.56 t/ha in the Shchedra nyva variety. The difference between varieties by ecotype was 0.50 t / ha. More favorable weather conditions in 2014 led to a higher seed yield compared to the previous year by 0.32–0.36 t/ha. In 2015, the average index of forest-steppe varieties was lower by 0.28 t/ha compared to 2014, and steppe – by 0.2 t/ha. A slight increase in average indicators for the ecotype of 0.05–0.12 t/ha was observed in 2016 and a decrease by 0.23–0.29 t/ha was in 2017. The general pattern of the formation of the seeds yield of winter wheat varieties depending on the influence of weather conditions on biologized technology of cultivation was preserved compared with the basic and energy-saturated. The yield of seeds in 2013 ranged from 3.71–4.40 t/ha, in 2014 – 4.02-4.62, 2015 – 3.76-4.53, 2016 – 4, 02-4.57, 2017 – 3.71-4.23 t/ha. Average data are presented in Fig. 1 (a, b) confirms that the varieties responded differently to external factors, which led to discrepancies in seed yields.

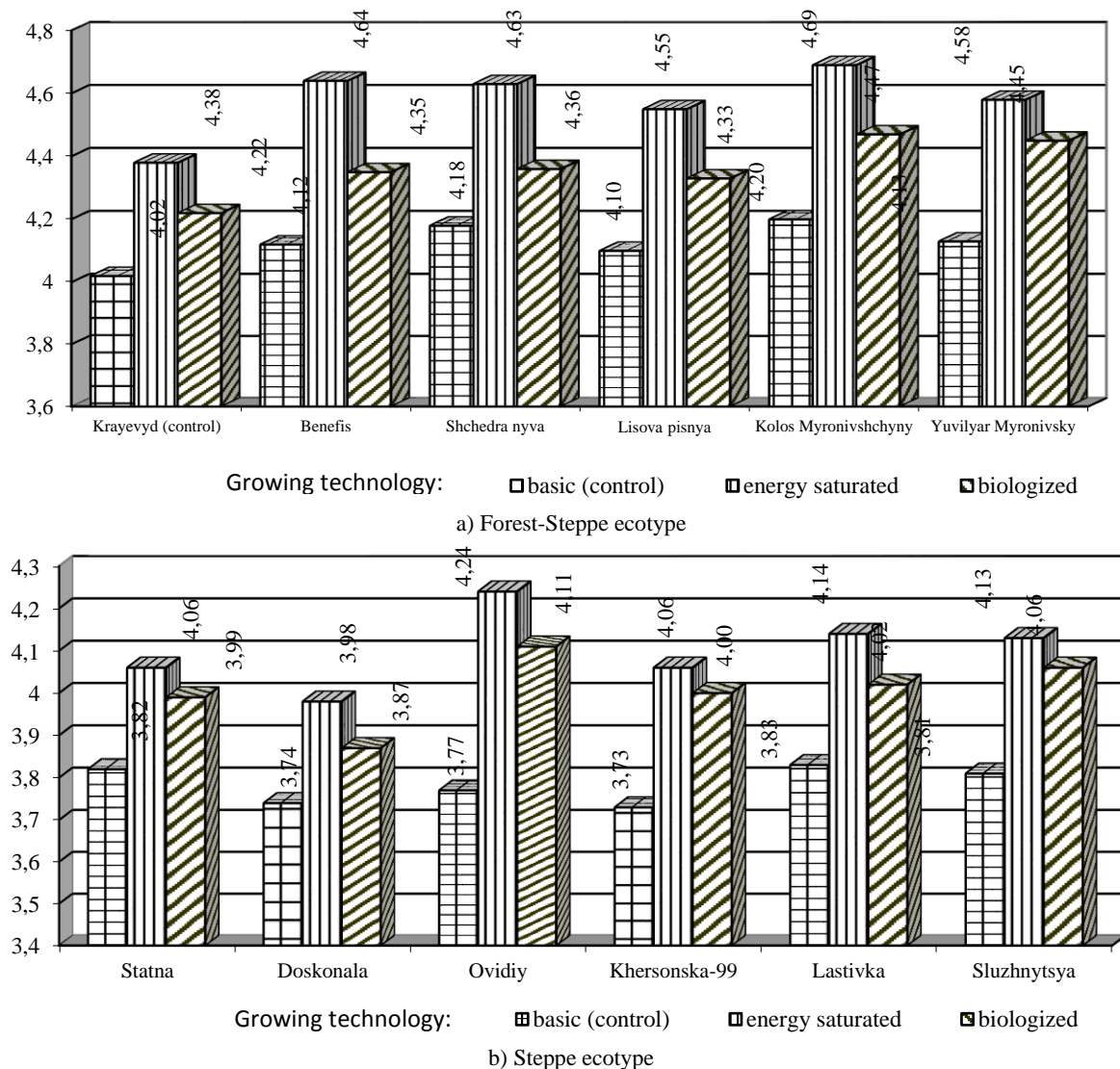
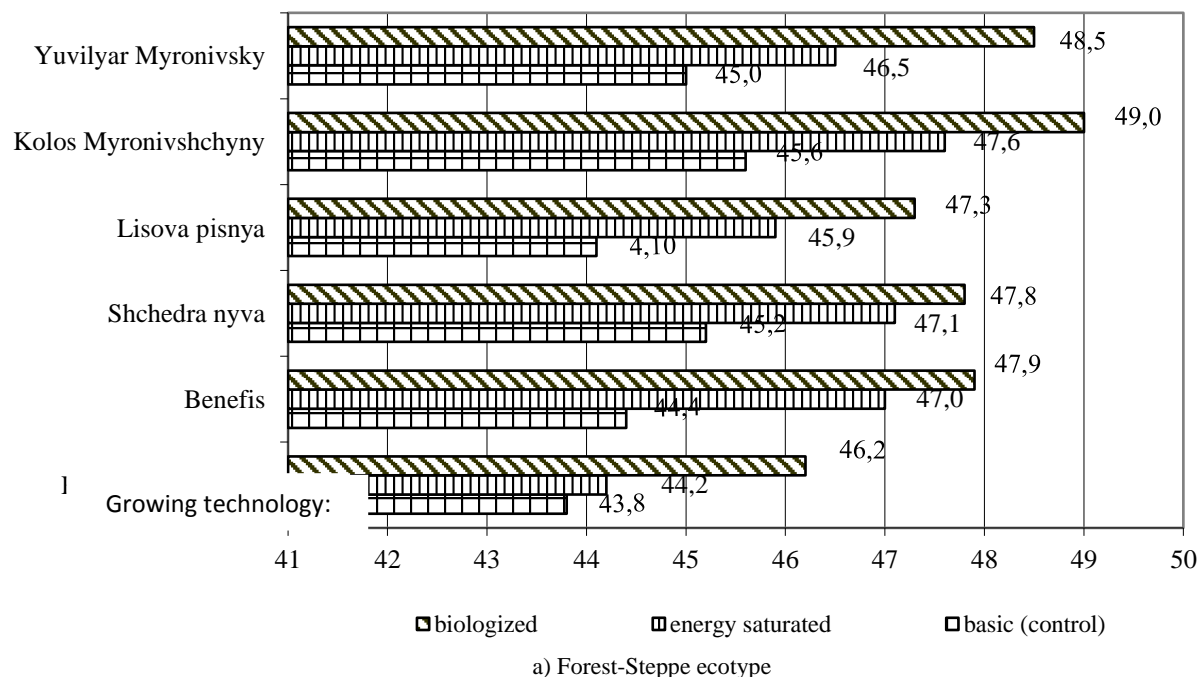


Fig. 1. Yield of seeds of winter wheat varieties depending on growing technologies (2013–2017), t/ha

For the basic technology of growing winter wheat, which mobilized natural and technological factors, the highest seed yield ranged from 4.20 t/ha – in the variety Kolos Myronivshchyny to 3.73 t/ha – in the variety Khersonska-99. According to LSD₀₅, the difference between varieties was essential and amounted to 0.08–0.29. The high yield of seeds was formed by the varieties of the forest-steppe ecological type, such as Shchedra nyva – 4.18 t / ha, Yuvilyar muronivsky – 4.13 t/ha, Benefis – 4.12 t/ha. This indicator was lower for varieties of steppe ecological types: Statna – 3.82 t/ha, Lastivka – 3.83, Sluzhnytsia – 3.81 t/ha. According to seed yield, the average difference in the type of varieties varied within 4.12–3.68 t/ha and amounted to 0.44 t/ha.

The energy-saturated cultivation technology of winter wheat varieties has contributed to the higher productivity of the varieties. Compared to the Kraevyd control variety, the highest yields were formed by the varieties: Kolos Myronivshchyny – 4.69 t/ha, Benefis – 4.64 t/ha, Shchedra nyva – 4.63 t/ha, and the lowest ones – Doskonala (3.98 t/ha), Statna (4.06 t/ha), Khersonska-99 (4.06 t/ha). The average yield of forest-steppe ecological type varieties was 4.57 t/ha, steppe one - 4.10 t/ha, with an ecotype difference of 0.40 t/ha. Somewhat lower the yield of the steppe ecotype varieties was determined at the genetic level to respond to natural factors that consisted of the years of research. The intensity of varieties for energy-saturating contributed to a reliable difference in yield gain (0.19–0.28 t/ha). For the biologized technology of cultivating winter wheat, the yield of seed varieties varied from 4.47 t/ha in the variety Kolos Myronivshchyny to 3.87 t/ha, in Doskonala variety with a difference between the varieties of 0.11–0.35 t/ha. The high productivity was provided by the forest-steppe ecological varieties of the following types: Yuvilyar muronivsky – 4.46 t/ha, Shchedra nyva – 4.36 t/ha, Benefis – 4.35 t/ha. According to the variety type, the difference was 0.14–0.22 t/ha.

The formed seed yield determined the mass of 1000 seeds. With intensive base technology, this indicator was 40.2 g (variety Khersonska-99) – 45.6 g Kolos Myronivshchyny (Fig. 2 (a, b)). In varieties of forest-steppe ecological type, the average indicator was at the level of 44.7 g, steppe ones – 41.0 g, or lower by 3.7 g. Depending on the genetically determined parameters, the difference between the varieties was essential 0.3–3.6 g.



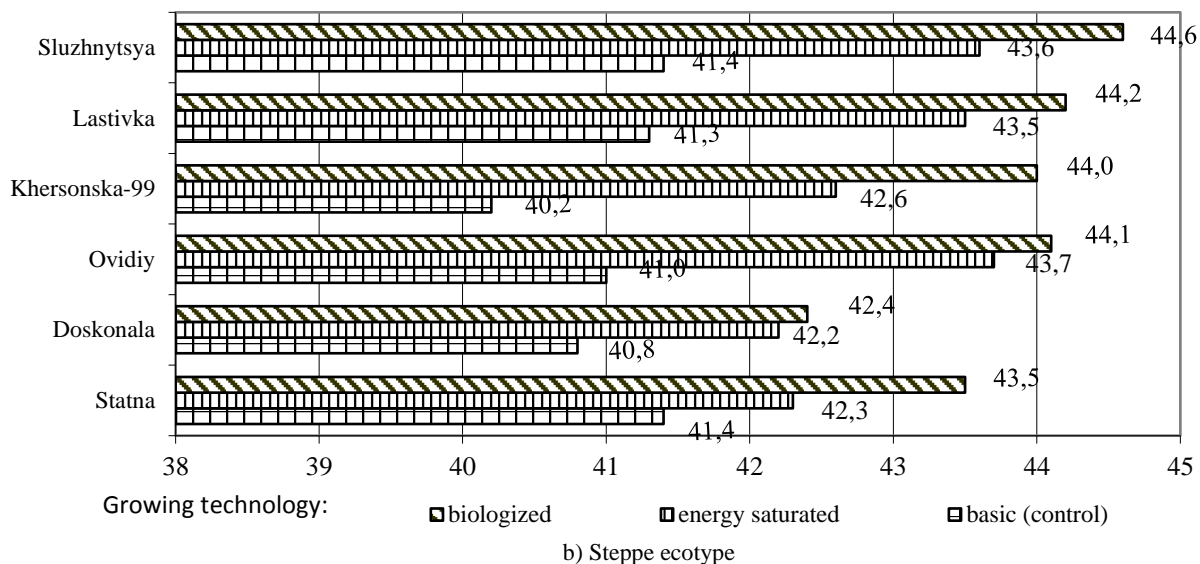


Fig. 2. 1000 seeds mass of winter wheat varieties depending on growing technologies (2013–2017), g

For the energy-saturated technology, the mass of 1000 seeds ranged from 42.2 g (variety Doskonala) to 47.6 g (Kolos Myronivshchyny), 47.1 g (Shchedra nyva), 47.0 g (Benefis). The difference for this index between the varieties of the forest-steppe ecotype was 1.7–3.4 g, steppe ones – 0.5–2.0 g (LSD₀₅ 1.0). According to this cultivation technology, compared to the previous one, the mass of 1000 seeds was more by 1.7 g (forest-steppe ecotype) – 1.9 g (steppe one), the difference between the ecotype was 0.2 g. For the biologized technology the mass of 1000 seeds was the highest and amounted to 42.4 g (variety Doskonala) – 49.0 g (variety Kolos Myronivshchyny). The average indicator of forest-steppe ecotype varieties was 47.8 g, of the steppe varieties – 43.8 g with a difference between them of 4.0 g.

From the data of Table, it can be seen that, depending on the technology of growing winter wheat and the biological properties of a particular variety, the fractional composition of the collected seeds was different. So, with the basic technology, the yield of a large fraction of seeds (2.5–2.8 mm) was 55.3–62.3 %, the average (2.2–2.5 mm) – 28.0–33.3 %, small (2.0–2.2 mm) – 9.7–11.4 %. For energy-saturated technology, a decrease in the yield of a large fraction of 2.6–2.9 %, an average of 0.8–3.5 %, and an increase in the fine fraction of 3.7–5.8 % were observed. The highest yield of a large fraction of seeds was provided by the biologized technology of growing varieties – 64.5–68.9 %, the percentage of the average fraction was lower by 1.9–2.4 %, small, respectively, by 7.1–9.5 %.

The uniformity of seeds of forest-steppe ecological type cultivars for the biologized cultivation technology contributed to the obtaining of 4.4 % of the large fraction and 3.1 % average compared with the steppe ecotype.

Table. Fractional composition of seeds of winter wheat varieties depending on growing technologies (2013–2017), %

Variety	Growing technology								
	basic (control)			energy saturated			biologized		
	seed fraction, mm								
	2.5–2.8	2.2–2.5	2.0–2.2	2.5–2.8	2.2–2.5	2.0–2.2	2.5–2.8	2.2–2.5	2.0–2.2
Forest-Steppe ecotype									
Krayevyd (control)	6.0	30.3	9.7	55.4	27.5	17.2	65.2	26.6	8.2
Benefis	61.1	28.6	10.3	59.1	25.0	15.9	68.1	25.2	6.7
Shchedra nyva	63.3	25.8	10.9	60.6	27.2	12.2	69.5	25.0	5.5
Lisova pisnya	61.7	27.5	10.8	58.6	29.4	12.0	68.8	25.4	5.8
Kolos Myronivshchyny	64.0	28.0	8.0	61.9	27.1	11.0	71.2	23.5	5.3
Yuvilyar myronivsky	63.6	27.9	8.5	61.0	27.1	11.9	70.5	23.0	5.5
Average	62.3	28.0	9.7	59.4	27.2	13.4	68.9	24.8	6.3
Steppe ecotype									
Statna	54.8	33.6	11.6	54.0	29.3	16.7	63.5	28.6	7.9
Doskonala	55.1	33.0	11.9	54.1	29.6	16.3	64.1	28.2	7.7
Ovidiy	55.8	33.2	11.0	53.0	29.8	17.2	64.8	28.1	7.1
Khersonska-99	54.2	34.3	11.5	52.1	29.9	18.0	63.2	28.8	8.0
Lastivka	55.9	32.9	11.2	52.6	30.0	17.4	64.6	27.8	7.6
Sluzhnytsya	56.2	32.7	11.1	52.1	30.2	17.7	66.7	26.0	7.3
Average	55.3	33.3	11.4	52.7	29.8	17.2	64.5	27.9	7.6
Min-max between ecotypes	55.3-62.3	28.0-33.3	9.7-11.4	52.7-59.4	27.2-29.8	13.4-17.2	64.5-68.9	24-28.1	6.3-7.6
Ecotype difference	7,0	5,3	1,7	6,7	2,6	3,8	4,4	3,1	1,3
Factor	Impact force			LSD _{0,05}					
A (grade)	0.15			0.92					
B (seed fraction)	0.05			0.46					

C (growing technology)	0.63	0.46	
AB	0.06	1.60	
AC	0.05	1.60	
BC	0.03	0.80	
Balance (error)	0.02	2.77	
Experience accuracy = 2.92%	Data variation = 63.07%		

Genetically incorporated indicator of high mass of 1000 seeds in varieties: Kolos Myronivshchyny, Yuvilyar muronivsky, Shchedra nyva, Benefis provided a high yield of large and medium fractions of seeds.

Conclusion

Weather factors and growing technologies had a direct impact on the seed productivity of winter wheat. With a higher sum of active temperatures and lesser precipitation of the period formation - seed ripening, the highest seed yield was formed by varieties in 2014. Depending on the ecological plasticity of varieties, they positively respond to weather factors and growing technologies, the difference in seed yield between the varieties of forest-steppe and steppe ecotypes varied from 3.68 to 4.12 t / ha at basic; 4.10–4.57 t / ha – energy-saturated and 4.06–4.36 – biologized technologies.

Compared with the basic technology, the energy-saturated (the highest rate of use of mineral fertilizers and a large number of chemical treatments), the index of 1000 seeds mass grew by 1.8–2.2 g. In biologized technology – a balanced complex of biologically active substances in nutrition and plant protection from diseases contributed to the formation the higher by 2.8–3.1 g mass of 1000 seeds, which ensured a high yield of large (2.5–2.8 mm) and medium (2.2–2.5 mm) seed fractions, respectively 93.7 % (varieties of forest-steppe ecotype) and 92.4 % (steppe).

REFERENCES

1. Buryachkovsky, V. H., Pylypenko, V. N., Harmashov, V. V., Kuzyk, R. V. & Smetanko, O. V. (2010). Technologies for the stable cultivation of high-quality winter soft wheat grain under conditions of the Southern Steppe. *Agrarian science to production: a scientific information bulletin of completed scientific developments*. Kyiv, vol. 4/10, s. 21–22 (in Ukrainian).
2. Cherenkov, A. V. & Hyrka, A. D. (2005). Ways to increase the grain productivity of winter wheat in the conditions of the northern subzone of the Ukrainian Steppe. *Bulletin of the Institute of Grain Economy UAAS*. Dnipropetrovsk, no. 23/24, s. 36–39 (in Ukrainian).
3. Dovbysh, T. L. (2007). Variety as a factor in the formation of agroecosystems. *Seed production*, s. 24–26 (in Ukrainian).
4. Dospikhov, B. A. (1985). Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Fifth ed., add. and remake. Moscow, 351 s. (in Russian).
5. Dvornyk, V. L. (2005). Influence of agroecological factors on the sowing properties of winter wheat seeds. *Collection of scientific works of the V/M/Remeslo Myronivka Institute of Wheat UAAS*, s. 56–61 (in Ukrainian).
6. Havrylyuk, N. N. (2010). European crops – varieties of Ukraine. *Seed growing*, no. 4, s. 16–19 (in Ukrainian).
7. Havrylyuk, N. N. (2009). Modern challenges of agrarian science in the development of genetics, breeding and seed production. *Bulletin of agrarian science*, no. 1, s. 5–10 (in Ukrainian).
8. Honcharuk, V. Ya. & Zahynaylo, N. I. (2008). Varietal plant resources of Ukraine for 2008. *Plant varieties studying and protections*, Kyiv, no. 1(7), s. 44–49 (in Ukrainian). URL: stopnsr_2008_1_11.pdf
9. Herman, M. M. (2011). Improving the sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on the presowing treatment of seeds. *Bulletin of the Poltava State Academy*. no. 4, 54–57 (in Ukrainian). URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/04/054.pdf>
10. Kaminsky, V. F. (2013). Scientifically - methodical bases of research on the development of technologies for growing crops. *Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture NAAS"*, Kyiv, vol. 1/2, s. 3–9 (in Ukrainian). URL: http://nbuv.gov.ua/ujrn/znpzeml_2013_1-2_3.
11. Kononyuk, L. M., Oliinyk, K. M. & Asanishvili, N. M. (2004). Efficiency of technologies for growing winter wheat in the northern Forest-Steppe. *Collection of scientific works to the Institute of Agriculture UAAS*, Kyiv, special issue, s. 61–66 (in Ukrainian).
12. Kononyuk, L. M., Oliinyk, K. M. & Asanishvili, N. M. (2001). Special features of technology and winter wheat depending on preseeded crops. *Collection of scientific works to the Institute of Agriculture UAAN*, Kyiv, vol. 4, s. 56–62 (in Ukrainian).
13. Kononyuk, L. M., Oliinyk, K. M., Davydyuk, H. V. & Asanishvili, N. M. (2003). Technologies for growing winter wheat varieties in the Forest-Steppe. *Collection of scientific works to the Institute of Agriculture UAAN*, Kyiv, vol. 1/2, s. 86–90 (in Ukrainian).
14. Lykhochvor, V. (2008). Models of agrotechnologies in Ukraine. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University: Agronomy*, vol. 1, no. 12, s. 170–178 (in Ukrainian).
15. Lysikova, V. & Shovgun, A. (2012). The best varieties of food wheat. *Proposition*, no. 8, s. 44–47 (in Ukrainian). URL: <https://propozitsiya.com/ua/krashchi-sorti-prodovolchoyi-pshenici>
16. Lytvynenko, M. A. (2012). Varietal policy as an important factor in increasing the production of winter wheat grain. The manual of the Ukrainian farmer, s. 157–159 (in Ukrainian).
17. Lyubych, V. V. (2017). Productivity of wheat varieties and lines depending on abiotic and biotic factors. *Bulletin of the Black Sea region*, vol. 3(95), s. 146–160 (in Ukrainian). URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/xmlui/handle/123456789/2715>.
18. Syvolap, Yu. M. (2007). DNK – technologies and seed production. *Seed production*, no. 1, s. 12–14 (in Ukrainian).
19. Syvolap, Yu. M. (2012). Modern biotechnologies in agro-industrial production. *The manual of the Ukrainian farmer* (100years of the R. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, vol. 1, s. 38–40 (in Ukrainian).
20. Shelepov, V. V., Chebanov, N. P., Verhunov, V. A. & Kochmarsky, V. S. (2009). Wheat: history, morphology, biology, breeding / ed. V. V. Shelepova. Myronivka, 588 s. ISBN 978-966-348-185-2. 1130 (in Ukrainian).

21. Shvaika, O. V. (2010). Ecological features of the functioning of winter wheat agrocenosis in the conditions of Polissia: dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences: specialty 03.00.16 "Ecology". Zhytomyr National Agricultural University, Zhytomyr, s. 20 (in Ukrainian).
22. Tohachynska, O. V. & Tymoshchuk, T. M. (2017). Evaluation of the technology of growing winter wheat by the ecologo-agrochemical indicators of dark-gray podzolic soil. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. no. 1/2, s. 56–63 (in Ukrainian). URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=A SP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=VPDAA_2017_3_4.
23. Troyan, M. V., Buhay, V. P., Syplyvets, A. M. & Melnyk, A. I. (2007). The variety replacement factor in the growth of the crop industry. *Seed production*, no. 5, s. 1–5 (in Ukrainian).
24. Vasylykivsky, S. P. & Yurchenko, A. I. (2009). Formulation elements of the structure harvest of winter wheat seed crops depending on sowing date and varieties. *Newsletter of Bila Tserkva State Agrarian University: collection of scientific works naukovih prats. Bila Tserkva*, vol. 59, s. 50–53 (in Ukrainian).
25. Volkodav, V. V., Honchar, O. N., Zakharchuk, O. V. & Klymovych, M. Yu. (2004). Variety – as the basis of food security of Ukraine. *Scientific Bulletin of NAU*, no. 79, s. 75–79 (in Ukrainian).
26. Voloshchuk, O. P. & Hlyva, V. V. (2014). Seed productivity and sowing qualities of winter wheat varieties depending on the time of sowing in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Feed and food production: interdepart. thematic scientific collection*, vol. 79, s. 82–88 (in Ukrainian). URL: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/79.pdf.
27. Voloshchuk, I. S. (2017). The impact of climate change on the cultivation of winter wheat seeds in the zone of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Foothill and mountain agriculture and stockbreeding: interdepart. thematic scientific collection*, vol. 62, s. 3–17 (in Ukrainian). URL: [pgzt_2017_62_3 %20\(2\).pdf](pgzt_2017_62_3 %20(2).pdf).
28. Yula, V. M., Oliinik, K. M., Blazhevych, L. Yu. & Khudoliy, L. V. (2016). Elements of the technology for growing winter wheat in the system of organic farming. *Agrarian science – for production*, no. 2, s. 6 (in Ukrainian).

ОЦЕНКА ЛИНИЙ ТОМАТА ДЛЯ ОТКРЫТОГО ГРУНТА, СОЗДАНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КЛАССИЧЕСКОЙ И МАРКЕР-СОПУТСТВУЮЩЕЙ СЕЛЕКЦИИ

И. Г. ПУГАЧЁВА, М. М. ДОБРОДЬКИН, Н. Ю. ЛЕЩИНА, И. Е. БАЕВА

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

Н. А. НЕКРАШЕВИЧ, О. Г. БАБАК, А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, 220072

(Поступила в редакцию 10.11.2020)

Сотрудниками Белорусской государственной сельскохозяйственной академии совместно с учеными Института генетики и цитологии НАН Беларуси проведена оценка по комплексу хозяйственно полезных признаков и создан исходный материал томата для открытого грунта, усовершенствованы методы отбора ценных образцов с использованием классической и маркер-сопутствующей селекции. По результатам ДНК-анализа на наличие ценных аллелей, а также оценки признаков урожайности в открытом грунте выделен ценный селекционный материал F₄ для дальнейшей селекции на качество плодов и устойчивость к болезням и вредителям: 20-503/1, 20-506/1, 20-509/1, 20-512/1, 20-523/1, 20-524/1, 20-569/1, 20-580/1, 20-585/3, 20-591/1, 20-592/4, 20-620/2. Данные образцы характеризуются различными сочетаниями аллелей лежкости (*nor^A* (*alcobaca*), *nor* (*nonripening*)), качества плодов (*t* (*tangerine*), *ogc* (*old gold crimson*), *B* (*Beta* из *S.pennellii*), *b* (*beta* из *S.lycopersocum*), *hp2^{ds}* (*high pigment 2 dark green*)); устойчивости к болезням и вредителям (кладоспориозу (*Cf-4*, *Cf-5*), фузариозу (*I-2*), вирусу мозаики томата (*Tm2²*), вирусу бронзовости (*Sw-5*), нематоды (*Mi-1.2*), а также обладают потенциалом формирования урожайности до 463,98–926,79 ц/га при средней массе товарного плода 60,74–125,14 г.

На основании оценки по комплексу хозяйственно-ценных характеристик константных линий F₆-F₇ выделены 7 образцов, сформировавших раннюю урожайность на уровне 53,3–115,1 ц/га, товарную урожайность – 443,0–675,9 ц/га, общую урожайность – 577,2–925,1 ц/га, имеющих плоды массой 38,3–262,3 г с содержанием каротина 15,6–22,5 мг/кг и характеризующихся наличием ценных аллелей. Лучшие из них будут переданы для испытания в ГСИ.

Ключевые слова: томат, селекционные линии, открытый грунт, устойчивость к болезням, каротиноиды, урожайность.

*The Belarusian State Agricultural Academy, together with the Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, estimated open ground tomato according to a complex of economically useful traits, created its source material, and improved methods of selecting valuable samples using classical and marker-assisted selection. Based on the results of DNA analysis for the presence of valuable alleles, as well as an assessment of traits of yield in the open ground, valuable breeding material F₄ was isolated for further selection for fruit quality and resistance to diseases and pests: 20-503/1, 20-506/1, 20-509/1, 20-512/1, 20-523/1, 20-524/1, 20-569/1, 20-580/1, 20-585/3, 20-591/1, 20-592/4, 20-620/2. These samples are characterized by various combinations of alleles for storing quality (*norA* (*alcobaca*), *nor* (*nonripening*)), fruit quality (*t* (*tangerine*), *ogc* (*old gold crimson*), *B* (*Beta* from *S. pennellii*), *b* (*beta* from *S. lycopersocum*), *hp2dg* (*high pigment 2 dark green*)); resistance to diseases and pests (*cladosporium* (*Cf-4*, *Cf-5*), *fusarium* (*I-2*), *tomato mosaic virus* (*Tm22*), *spotted wilt virus* (*Sw-5*), *nematode* (*Mi-1.2*), and also have a potential of forming yield up to 46.398-92.679 t / ha with an average weight of marketable fruit of 60.74–125.14 g.*

Based on an assessment of constant lines F₆-F₇ according to a complex of economically valuable characteristics, 7 samples were identified that formed an early yield at the level of 5.33–11.51 t / ha, marketable yield – 44.30-67.59 t / ha, total yield – 57.72–92.51 t / ha, had fruits weighing 38.3–262.3 g with a carotene content of 15.6–22.5 mg / kg and characterized by the presence of valuable alleles. The best of them will be submitted for State Variety Testing.

Key words: tomato, breeding lines, open ground, disease resistance, carotenoids, yield.

Введение

Томаты лидируют в рейтинге самых потребляемых овощей во всем мире. Плоды томатов обладают высокой питательной, вкусовой и диетической ценностью. Широкое распространение томатов объясняется высокой экологической пластичностью, урожайностью, многоцелевым использованием. Однако погодные условия Республики Беларусь обеспечивают выращивание гарантированного урожая томата в открытом грунте один раз в 4–5 лет [1, 2]. При этом изменение климата в сторону потепления подтверждает перспективность ведения селекции в данном направлении. По сравнению с тепличным овощеводством выращивание томатов в открытом грунте позволяет значительно снизить дополнительные затраты за счет экономии топливно-энергетических ресурсов. Кроме того, производство семян гибридов F₁ для открытого грунта может быть связано с большими затратами ручного труда, что является предпосылкой для создания и выращивания константного сортового материала.

Наряду с отбором устойчивых к болезням (фитофтороз, фузариоз, вирус мозаики томата, кладоспориоз) и вредителям (нематоды) селекционных форм, создание форм с оптимальным габитусом и уменьшенным количеством пасынков может способствовать контролю потерь урожая. Отбор форм с

повышенной устойчивостью к стрессовым температурным условиям позволит растениям противостоять поздним весенним и ранним осенним понижениям температуры.

Важным требованием к создаваемым сортам томатов является высокое качество плодов, которое определяется сочетанием вкуса и биологической ценности, гладкой поверхности, равномерной интенсивной окраски, небольшого количества клетчатки, семян, проводящей ткани, устойчивости к растрескиванию, длительности хранения, пригодности к транспортировке и различным способам переработки [3]. Одним из показателей, определяющих биохимическую ценность плодов томата, является содержание в них различных форм каротиноидов, важнейшей биологической функцией которых в организме человека является провитаминная (А) и антиоксидантная активность [4, 5].

Для достижения максимального эффекта при создании новых сортов традиционные методы селекции следует сочетать с маркер-сопутствующим отбором. Использование молекулярных маркеров дает возможность отобрать формы с целевыми аллелями без создания инфекционных фонов (в селекции на устойчивость к болезням) и на ранних стадиях развития растений (в селекции на качество плодов). Использование данных методов в сочетании с полевой оценкой и биохимическим анализом плодов позволяет повысить эффективность селекционного процесса [6, 7].

Белорусской государственной сельскохозяйственной академией совместно с Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси ранее проведена оценка и создан селекционный материал томата по комплексу хозяйственно ценных признаков. Выявлены с использованием методов маркер-ассоциированной селекции (МАС) формы и сочетания аллелей качества плодов, обеспечивающих высокое накопление каротиноидов и лежкость, устойчивость к болезням и вредителям [8, 9, 10]. Проведена оценка материала с различными аллелями, детерминирующими развитие главного и боковых побегов растения (*sp*, *bl*, *ls*). Отобраны формы с устойчивостью к пониженной температуре методами оценки на уровне гаметофита и спорофита, создан материал, сочетающий устойчивость к пониженной температуре с аллелями устойчивости к фузариозу, кладоспориозу, нематоде [11].

Целью данных исследований являлось создание высокопродуктивного сорта томата для открытого грунта с комплексом генов, определяющих качество плодов, устойчивость к болезням и вредителям, габитус растения, с применением методов МАС и классической селекции.

Основная часть

Материалом для исследования были 45 детерминантных и полудетерминантных образцов F₆–F₇, сочетающих гены, контролирующие качество плодов, устойчивость к болезням, адаптированные к погоднo-климатическим условиям северо-запада Республики Беларусь; образцы поколения F₃–F₄ с различным сочетанием аллелей качества плодов, устойчивости к болезням, формирования габитуса растений.

Полевая оценка образцов проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА в 2019 и 2020 годах. Почва опытного участка дерново-подзолистая, окультуренная, среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке со следующими агрохимическими показателями: гумус – 1,98 %, рН_{KCl} – 6,35, P₂O₅ – 190,2 мг/кг, K₂O – 194,9 мг/кг почвы.

В ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» с использованием разработанных методических указаний выполнен ДНК-анализ изучаемого материала по аллелям, определяющим накопление каротиноидов (*t*, *b*, *B*, *og*^c), регулирующих сроки созревания плодов (*gin*, *por*, *por*^A), количество пигментов в плодах (*hp-1*, *hp-2*^{dg}, *gf-3*), устойчивость к кладоспориозу (*Cf-2*, *Cf-4*, *Cf-5*, *Cf-9*), фузариозу (*I-2*), вирусу мозаики томата (*Tm2*, *Tm2*²), вирусу бронзовости (*Sw-5*), нематоде (*Mi-1.2*) [9]. Также было выполнено ДНК-типирование материала по аллелям, определяющим формирование габитуса (*sp*, *d*).

Растения F₆–F₇ высаживали в открытом грунте в 3-кратной повторности по 5 на делянке. Схема посадки 70x30 см. Доза удобрений N₆₀(P₂O₅)₁₂₀ (K₂O)₁₂₀. Агротехника общепринятая для томата в открытом грунте. В качестве стандартов использовались сорт Ирма и раннеспелый детерминантный гибрид Адапт F₁. Сборы урожая осуществлялись с интервалом 7 дней, на основании полученных данных рассчитана ранняя урожайность образцов (учитывали первые три сбора), товарная и общая урожайность, средняя масса плода. Анализ образцов томата по общему содержанию каротиноидов (в пересчете на β-каротин) проводился в Химико-экологической лаборатории УО БГСХА фотометрическим методом согласно ГОСТ 13496.17-95.

Также в 2019 году были высажены растения 90 семей поколения F₃ (по 20 растений на делянке), полученных от скрещивания образцов, несущих гены качества плодов, устойчивости к болезням и вредителям. Проведен индивидуальный отбор с учетом комплекса фенотипических признаков и при-

знаков урожайности, выделены более 100 растений. Отбор среди них по результатам ДНК-типирования позволил выделить 20 форм с ценными аллелями, которые были оценены в полевых условиях в 2020 году (2-кратная повторность по 5 растений на делянке). Оценку достоверности полученных результатов проводили методом однофакторного дисперсионного анализа.

Селекция на урожайность, которая является главным критерием ценности сорта, для томата продолжает оставаться основным направлением селекции. Урожай определяется числом и массой плодов на растении или единице площади.

Результаты оценки признаков урожайности 45 линий томата F₆-F₇ представлены в табл. 1 и 2. Изучаемые образцы характеризуются значительным разнообразием по признаку «масса плода»: от 30–50 г до 230–260 г (табл. 1), что обеспечивает возможность выбора линий для различных направлений использования: мелкоплодные для переработки и цельноплодного консервирования, крупноплодные – для употребления в свежем виде.

Таблица 1. Масса плода и ранняя урожайность образцов томата в открытом грунте, среднее за 2019–2020 гг.

Образец	Средняя масса плода, г			Ранняя урожайность, ц/га		
	2019	2020	среднее	2019	2020	среднее
Ирма (стандарт)	30,87	33,02	31,95	77,21	92,28	84,745
Адапт F ₁ (стандарт)	58,58	61,52	60,05	131,11	193,73	162,42
Линия 19-508	74,84	92,13	83,49	80,54	7,14	43,84
Линия 19-606	95,35	104,99	100,17	79,62	122,59	101,11
Линия 19-607	38,67	44,56	41,62	97,46	42,07	69,77
Линия 19-608	26,67	27,53	27,10	45,97	25,59	35,78
Линия 19-609	39,16	37,28	38,22	86,17	125,96	106,07
Линия 19-611	175,75	214,69	195,22	50,81	11,75	31,28
Линия 19-612	168,07	199,42	183,75	29,54	9,50	19,52
Линия 19-613	41,73	48,56	45,15	26,35	11,63	18,99
Линия 19-614	225,78	232,38	229,08	0,00	28,49	14,24
Линия 19-615	245,77	258,32	252,05	10,73	8,89	9,81
Линия 19-616	279,04	245,64	262,34	106,81	87,01	96,91
Линия 19-618	57,64	71,24	64,44	161,84	262,06	211,95
Линия 19-621	67,53	77,31	72,42	147,87	241,51	194,69
Линия 19-622	66,39	79,45	72,92	100,13	191,08	145,61
Линия 19-623	52,51	50,13	51,32	86,54	61,75	74,15
Линия 19-624	82,53	81,61	82,07	113,27	257,70	185,49
Линия 19-625	44,99	49,88	47,44	96,95	149,68	123,32
Линия 19-627	33,75	38,35	36,05	61,76	156,00	108,88
Линия 19-628	41,98	41,84	41,91	71,46	130,65	101,06
Линия 19-629	44,06	52,08	48,07	85,94	199,64	142,79
Линия 19-631	40,20	50,31	45,26	41,78	119,92	80,85
Линия 19-632	29,22	35,95	32,59	23,25	94,15	58,7
Линия 19-635	44,61	37,38	40,99	64,95	148,72	106,84
Линия 19-636	37,50	35,91	36,71	0,00	126,10	63,05
Линия 19-637	51,33	52,36	51,85	35,25	69,65	52,45
Линия 19-639	41,60	52,84	47,22	0,00	3,97	1,99
Линия 19-640	105,68	148,20	126,94	51,86	20,16	36,01
Линия 19-641	181,85	153,81	167,83	40,71	46,89	43,8
Линия 19-642	55,53	68,92	62,23	17,30	23,12	20,21
Линия 19-643	100,91	86,41	93,66	31,14	75,26	53,20
Линия 19-644	97,85	92,45	95,15	38,84	80,61	59,73
Линия 19-645	104,43	93,85	99,14	47,81	89,52	68,67
Линия 19-646	102,61	121,67	112,14	63,16	81,01	72,09
Линия 19-647	135,41	70,10	102,76	55,24	48,04	51,64
Линия 19-649	140,58	141,45	141,02	57,27	45,45	51,36
Линия 19-650	109,71	114,77	112,24	14,54	20,05	17,30
Линия 19-651	70,44	95,13	82,79	100,35	149,14	124,75
Линия 19-652	78,97	87,76	83,37	198,22	109,69	153,96
Линия 19-653	108,49	96,47	102,48	115,17	134,05	124,61
Линия 19-654	100,60	90,30	95,45	42,10	79,35	60,73
Линия 19-655	111,77	118,52	115,15	0,00	0,00	0,00
Линия 19-656	119,83	100,90	110,37	16,57	20,38	18,48
Линия 19-657	161,68	187,30	174,49	0,00	7,20	3,60
Линия 19-658	77,04	91,44	84,24	7,06	31,35	19,21
Линия 19-659	133,71	116,77	125,24	37,65	24,08	30,89
НСР ₀₅	23,325	14,914		55,258	18,562	

К линиям универсального назначения можно отнести линии 19-606, 19-611, 19-612, 19-640, 19-641, 19-646, 19-647, 19-649, 19-650, 19-653, 19-655, 19-657, 19-659, формирующие плоды массой 100–195 г. В течение исследований единичные образцы характеризовались очень низким, иногда нулевым, значением признака «ранняя урожайность». Большинство линий, находящихся в испытании, по ранней урожайности не уступали стандартным образцам, формируя в среднем за два года от 80,85 до 211,95 ц/га. Выделены линии 19-618 и 19-621, которые по массе плодов, собранных за первые три сбора в открытом грунте, в 2019 и в 2020 году существенно превысили значение контрольного сорта Ирма на 109,6–183,9 % и на 91,5–161,7 %, соответственно. Данные формы также не уступали гибриду Адапт по этому признаку.

Максимальное значение признака «товарная урожайность» (503,81–539,12 ц/га) в 2019 году отмечено у Линий 19-612, 19-652 и 19-659 (табл. 2). Товарная урожайность двадцати пяти лучших образцов находилась на уровне 268,32–474,79 ц/га и достоверно не отличалась от сорта-стандарта Ирма. В 2020 году урожайность изучаемых линий была существенно выше (на 57,99–504,24 ц/га), чем у сорта Ирма. Данный сорт-стандарт превзошли по товарной урожайности 10 линий, причем 4 из них превзошли гибрид F₁ Адапт: Линия 19-616, Линия 19-631, Линия 19-632, Линия 19-635.

Таблица 2. Товарная и общая урожайность образцов томата в открытом грунте, среднее за 2019–2020 гг.

Образец	Товарная урожайность, ц/га			Общая урожайность, ц/га		
	2019	2020	среднее	2019	2020	среднее
Ирма (стандарт)	432,38	476,16	454,27	484,19	522,31	503,25
Адапт F ₁ (стандарт)	548,70	581,64	565,17	644,70	708,80	676,75
Линия 19-508	311,79	395,06	353,43	364,21	518,99	441,60
Линия 19-606	315,87	443,61	379,74	447,62	556,93	502,28
Линия 19-607	431,32	761,87	596,60	499,41	1016,70	758,06
Линия 19-608	286,79	602,04	444,42	440,60	740,51	590,56
Линия 19-609	416,98	503,45	460,22	480,19	674,24	577,22
Линия 19-611	416,67	507,94	462,31	512,38	710,48	611,43
Линия 19-612	539,12	403,61	471,37	658,53	672,62	665,58
Линия 19-613	83,02	143,21	113,12	87,30	245,08	166,19
Линия 19-614	330,08	405,21	367,65	402,82	654,78	528,80
Линия 19-615	308,06	518,28	413,17	551,37	632,29	591,83
Линия 19-616	474,79	817,06	645,93	655,87	988,25	822,06
Линия 19-618	304,76	615,62	460,19	332,19	722,69	527,44
Линия 19-621	245,65	348,07	296,86	266,92	469,10	368,01
Линия 19-622	259,52	449,13	354,33	274,95	541,22	408,09
Линия 19-623	268,32	174,18	221,25	295,30	240,03	267,67
Линия 19-624	447,49	498,67	473,08	506,41	587,76	547,09
Линия 19-625	237,40	398,36	317,88	260,76	445,71	353,24
Линия 19-627	298,90	571,32	435,11	358,86	633,18	496,02
Линия 19-628	396,90	489,06	442,98	564,52	605,98	585,25
Линия 19-629	255,28	516,05	385,67	293,93	564,51	429,22
Линия 19-631	371,30	980,40	675,85	602,54	1247,66	925,10
Линия 19-632	156,75	664,59	410,67	206,55	792,31	499,43
Линия 19-635	240,95	659,19	450,07	364,17	754,30	559,24
Линия 19-636	210,71	167,29	189,00	236,43	231,92	234,18
Линия 19-637	409,05	461,61	435,33	533,33	555,04	544,19
Линия 19-639	79,05	149,87	114,46	87,94	233,86	160,90
Линия 19-640	262,14	495,41	378,78	302,50	662,52	482,51
Линия 19-641	351,81	228,93	290,37	471,08	409,37	440,23
Линия 19-642	170,75	365,12	267,94	385,22	539,33	462,28
Линия 19-643	193,94	391,16	292,55	524,16	543,39	533,78
Линия 19-644	328,43	538,50	433,47	467,60	741,43	604,52
Линия 19-645	374,76	405,00	389,88	494,19	576,59	535,39
Линия 19-646	285,43	484,71	385,07	330,76	729,88	530,32
Линия 19-647	474,97	534,15	504,56	743,73	698,54	721,14
Линия 19-649	210,10	367,80	288,95	265,75	582,04	423,90
Линия 19-650	444,40	507,92	476,16	592,70	836,39	714,55
Линия 19-651	172,73	433,07	302,90	203,06	568,74	385,90
Линия 19-652	510,60	397,73	454,17	572,13	511,13	541,63
Линия 19-653	310,86	334,92	322,89	391,17	414,74	402,96
Линия 19-654	373,02	420,32	396,67	703,24	580,73	641,99
Линия 19-655	245,27	275,96	260,62	434,67	609,14	521,91
Линия 19-656	193,68	375,14	284,41	304,22	509,51	406,87
Линия 19-657	386,98	501,60	444,29	558,79	881,35	720,07
Линия 19-658	150,59	261,57	206,08	235,14	524,91	380,03
Линия 19-659	503,81	310,57	407,19	566,29	614,34	590,32
НСР ₀₅	167,667	43,224		218,005	45,377	

Общая урожайность в 2019 году находилась на уровне стандарта Ирма и составляла 266,92–743,73 ц/га. Лучшие образцы (Линия 19-611, 19-612, 19-615, 19-616, 19-624, 19-628, 19-631, 19-637, 19-643, 19-647, 19-650, 19-652, 19-654, 19-657, 19-659) сформировали 506,41–743,73 ц/га. Во второй год исследований большинство изучаемых линий достоверно превосходили сорт Ирма на 54,28–725,35 ц/га или 10,4–38,9 %, 10 форм были выше или на уровне гибрида F₁ Адапт.

Для оценки содержания каротиноидов в исследуемом материале F₆-F₇ были отобраны плоды одинаковой степени зрелости, собранные в первой половине сентября. Экстракция и определение концентрации каротиноидов проводились из замороженных плодов. Средние значения содержания каротиноидов в плодах томата за 2019–2020 гг. по результатам лабораторных исследований представлены в виде диаграммы на рисунке.

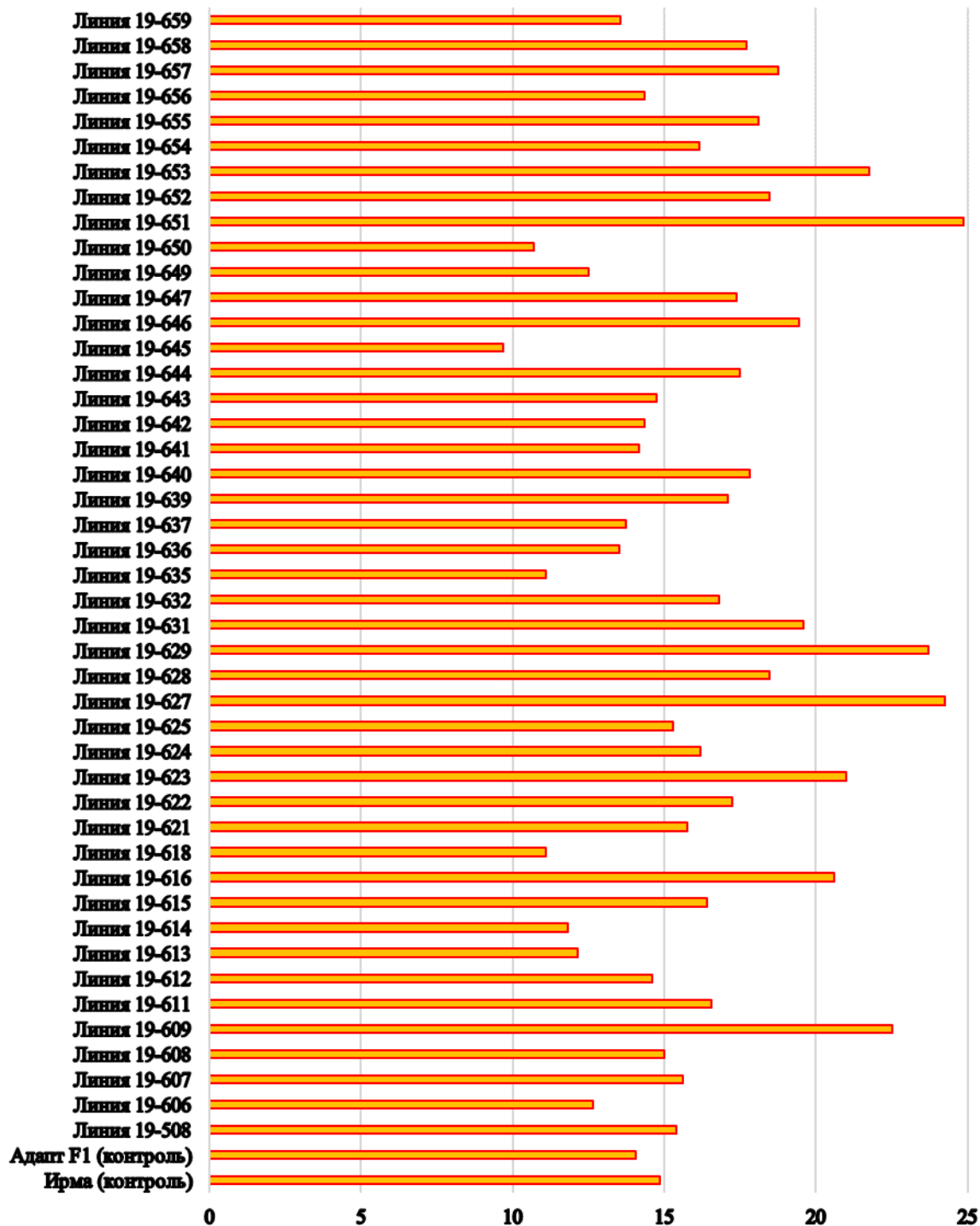


Рис. Общее содержание каротиноидов в плодах томата, мг/кг (среднее за 2019–2020 гг.)

Установленное в ходе анализа общее содержание каротиноидов в плодах варьировало от 9,7 до 24,9 мг/кг. Выделены 19 линий, превосходящих стандарт Ирма на 0,7–26,2 % по содержанию каротиноидов, а также 9 линий, в плодах которых содержание каротиноидов в среднем за два года превышало значение стандартного сорта Ирма на 30 и более процентов: Линия 19-609, Линия 19-616, Линия 19-623, Линия 19-627, Линия 19-629, Линия 19-631, Линия 19-632, Линия 19-646, Линия 19-651 и Линия 19-653.

В табл. 3 представлены результаты оценки признаков урожайности селекционных линий F₄ томата в 2020 году, а также указаны ценные аллели, обнаруженные в результате ДНК-анализа образцов в 2019 году. Среди двадцати тестируемых селекционных линий выделены формы с различными сочетаниями аллелей лежкости (*nor^A* (*alcobaca*), *nor* (*nonripening*)), качества плодов (*t* (*tangerine*), *og^c* (*old gold crimson*)), *B* (*Beta* из *S.pennellii*), *b* (*beta* из *S.lycopersocum*), *hp^{2dg}* (*high pigment 2 dark green*)), устойчивости к болезням и вредителям (к кладоспориозу (*Cf-4*, *Cf-5*), фузариозу (*I-2*), вирусу мозаики томата (*Tm2²*), вирусу бронзовости (*Sw-5*), нематоды (*Mi-1.2*)).

Таблица 3. Признаки урожайности форм F₄ томата в открытом грунте, 2020 г.

Образец	Ценные аллели	Ранняя урожайность, ц/га	Общая урожайность, ц/га	Средняя масса плода, г
Ирма (стандарт)		67,07	541,84	33,02
Адапт F ₁ (стандарт)		186,44	687,60	61,52
Линия 20-503/1	<i>b</i> , <i>hp-2^{dg}</i> <i>I-2</i> , <i>Tm2²</i>	0,00	484,69	85,19
Линия 20-506/1	<i>nor^A</i> , <i>b</i> , <i>Cf-5</i>	179,22	584,13	85,25
Линия 20-507/1	<i>nor^A</i> , <i>b</i> , <i>Tm2²</i>	50,90	355,87	60,41
Линия 20-509/1	<i>nor^A</i> , <i>b</i>	25,79	732,74	73,90
Линия 20-510/1	<i>b</i> , <i>Cf-5</i> , <i>Tm2²</i>	139,13	413,41	58,76
Линия 20-512/1	<i>b</i> , <i>I-2</i>	16,39	463,98	57,07
Линия 20-516/1	<i>b</i> , <i>I-2</i> , <i>Tm2²</i>	18,03	551,26	66,79
Линия 20-523/1	<i>b</i> , <i>hp-2^{dg}</i> , <i>I-2</i> , <i>Cf-4</i>	31,03	608,36	91,74
Линия 20-524/1	<i>b</i> , <i>hp-2^{dg}</i> , <i>I-2</i>	15,60	540,00	117,80
Линия 20-567/1	<i>nor^A</i> , <i>t</i> , <i>Cf-5</i> ,	0,00	460,32	114,47
Линия 20-569/1	<i>b</i> , <i>I-2</i> , <i>Cf-5</i>	115,02	537,38	125,14
Линия 20-573/1	<i>b</i> , <i>Cf-5</i> , <i>I-2</i>	139,55	340,16	89,12
Линия 20-580/1	<i>b</i> , <i>I-2</i> , <i>Mi 1.2</i> , <i>Cf-4</i> , <i>Cf-5</i>	23,10	838,97	122,19
Линия 20-581/3	<i>b</i> , <i>Sw-5</i> , <i>hp-2^{dg}</i>	29,83	441,50	58,81
Линия 20-585/3	<i>b</i> , <i>Sw-5</i> , <i>Cf-4</i> , <i>Cf-5</i>	6,94	813,20	93,03
Линия 20-591/1	<i>B</i> , <i>Sw-5</i> , <i>I-2</i>	9,86	683,43	94,22
Линия 20-592/3	<i>B</i> , <i>I-2</i> , <i>Sw-5</i>	13,47	440,72	91,75
Линия 20-592/4	<i>B</i> , <i>Sw-5</i> , <i>I-2</i>	61,50	926,79	60,74
Линия 20-620/1	<i>nor</i> , <i>b</i> , <i>hp-2^{dg}</i> , <i>Mi 1.2</i>	0,00	375,60	74,24
Линия 20-620/2	<i>nor</i> , <i>og^c</i> , <i>hp-2^{dg}</i>	85,48	498,81	70,70
НСР ₀₅		12,603	80,026	10,413

При анализе признака «ранняя урожайность» у форм F₄ выделилась Линия 20-506/1 со значением признака на уровне 179,22 ц/га, которое существенно не уступало гетерозисному гибриду Адапт F₁, используемому в качестве раннеспелого урожайного стандарта, и еще шесть скороспелых линий (20-507/1, 20-592/4, 20-510/1, 20-569/1, 20-573/1, 20-620/2) ранняя урожайность которых не уступала или достоверно превосходила значение этого признака у сорта Ирма на 27,4–108,1 %.

В результате изучения проявления признака «общая урожайность» установлено, что достоверно превзошли оба стандартных образца Линия 20-585/3 и Линия 20-592/4, превышение над гибридом составило 125,6–239,19 ц/га или 18,3–34,8 %. Три линии (20-509/1, 20-580/1 и 20-591/1) имели существенное преимущество по анализируемому признаку над стандартным сортом Ирма на 141,59–297,13 ц/га или на 26,1–54,8 %. Общая урожайность еще восьми линий статистически значимо не отличалась от стандарта и составляла от 463,98 до 608,36 ц/га.

Что касается средней массы товарного плода, то все без исключения селекционные линии существенно превзошли сорт Ирма по этому признаку на 24,05-92,12 г и тринадцать из двадцати изучаемых линий – гибрид Адапт F₁ на 12,38-63,62 г. При этом масса плода линий составляла от 57,07 до 125,14 г.

Таким образом, анализ популяций F₄ позволил выделить лучшие формы для дальнейшей селекции на качество плодов и устойчивость к болезням и вредителям: 20-503/1, 20-506/1, 20-509/1, 20-512/1, 20-523/1, 20-524/1, 20-569/1, 20-580/1, 20-585/3, 20-591/1, 20-592/4, 20-620/2. Они обладают потенциа-

лом формирования урожайности до 463,98-926,79 ц/га при средней массе товарного плода 60,74-125,14.

Заключение

По результатам ДНК-анализа на наличие ценных аллелей, а также оценки признаков урожайности в открытом грунте выделен перспективный селекционный материал F₄ для дальнейшей селекции на качество плодов и устойчивость к болезням и вредителям: 20-503/1, 20-506/1, 20-509/1, 20-512/1, 20-523/1, 20-524/1, 20-569/1, 20-580/1, 20-585/3, 20-591/1, 20-592/4, 20-620/2. Данные образцы обладают потенциалом формирования урожайности до 463,98-926,79 ц/га при средней массе товарного плода 60,74-125,14 г.

На основании оценки по комплексу хозяйственно ценных характеристик константных линий F₆-F₇ выделены 7 образцов, сформировавших раннюю урожайность на уровне 53,3–115,1 ц/га, товарную урожайность – 443,0–675,9 ц/га, общую урожайность – 577,2–925,1 ц/га; имеющих плоды массой 38,3–262,3 г с содержанием каротина 15,6–22,5 мг/кг и характеризующихся наличием ценных аллелей (Линия 19-607 – *sp, D, u*; Линия 19-609 – *sp, D, u*; Линия 19-616 – *Sp, D, U*; Линия 19-624 – *sp, D, Cf-2, U*; Линия 19-628 – *sp, D, u*; Линия 19-631 – *sp, D, I-2, u*; Линия 19-647 – *sp, D, Cf-4, u*). Лучшие из них будут переданы для испытания в ГСИ.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор мирового рынка томатов / FRUITNEWS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fruitnews.ru/analytics/49126-obzor-mirovogo-rynka-tomatov.html> – Дата доступа: 20.10.2020.
2. Скорина, В. В. Овощеводство: учеб. пособие / В. В. Скорина. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 366 с.
3. Кондратьева, И. Ю. Оранжевоплодные сорта томата с высокими вкусовыми и лечебно-профилактическими свойствами / И. Ю. Кондратьева, М. Р. Енгальчев // Известия ФНЦО, научно-практический журнал. – 2019. – № 2. – С. 71–78.
4. Nutritionally important carotenoids as consumer products / J Berman [et al.] // Phytochem. Rev. – 2015. – Vol. 14. – P. 727–743.
5. Chemistry, Distribution, and Metabolism of Tomato Carotenoids and Their Impact on Human Health / F. Khachik [et al.] // Experimental Biology and Medicine. – 2002. – Vol. 1, №227 (10). P. – 845–851.
6. Гостимский, С. А. Использование молекулярных маркеров для анализа генома растений / С. А. Гостимский, З. Г. Кокаева, В. К., Боброва // Генетика. 1999. №35. – С. 1538–1543.
7. Tanksley, S. D. Mapping polygenes / S. D. Tanksley // ANNU. Rev. Gent. 1993. №27. – P. 205–233.
8. Оценка исходного материала томата методами традиционной и маркер-сопутствующей селекции для создания устойчивых к фитопатогенам гетерозисных гибридов / И. Е. Зайцева [и др.] // Вестн. БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 135–139.
9. Методические рекомендации «ДНК-типирование генов качества плодов и устойчивости к болезням томата» / А. В. Кильчевский [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2016. – 41 с.
10. Babak O. G., Nekrashevich N. A., Yatsevich K. K., Malyshev S. V., Kilchevsky A. V. Genetic bases of tomato marker-assisted selection in Belarus/ Eurobiotech. Journal. – 2018. – Vol. 2, Is. 2. – P. 128-135, doi:10.2478/ebtj-2018-0017.
11. Микрогаметофитный отбор у томата как инструмент повышения устойчивости к абиотическим (низкие положительные температуры) и биотическим (фузариозное увядание, кладоспориоз) / И. Е. Зайцева [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – №3 (118). – С. 8–12.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СКАШИВАНИЯ ВО ВТОРОЙ ГОД ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ НА СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Е. В. КОСТИЦКАЯ

ГУ «Могилевская районная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»,
г. Могилев, Республика Беларусь, 212026

(Поступила в редакцию 10.11.2020)

В данной статье рассматривается влияние последствий сроков скашивания во второй год жизни растений на следующие структурные параметры и урожайность семян в период 2017–2019 гг. Описана методика проведения исследований: закладка опыта, характеристика почвы опытного участка, определение посевных качеств, определение урожайности. Установлено, что наиболее благоприятное воздействие как на структурные параметры, так и на урожайность семян оказывали первые сроки скашивания (20.08 и 30.08), так в самый продуктивный 2018 год урожайность семян при первых сроках скашивания составила 5,3–5,4 ц/га. В остальные года исследований урожайность сильно не отличалась и была не ниже 2,4 ц/га.

Число корзинок на растении достигало 148,3 шт, а на м² до 473,1 шт. Отрицательное воздействие оказывал вариант предпоследнего срока скашивания – 10.09, начиная с четвертого года жизни растений. Так, по урожайности семян этот вариант уступал по годам исследований первым срокам скашивания до 0,8 ц/га, а последнему сроку скашивания на 0,3 ц/га. Число корзинок в самый продуктивный 2018 год сформировалось 106,0 шт/растении, что ниже по сравнению с первыми сроками скашивания на 38,7 и 42,3 шт/растении, а на м² их количество составило 314,8 шт, что ниже по сравнению к первым сроком скашивания на 138,1 шт и 158,3 шт. На пятый год жизни, несмотря на неблагоприятные погодные условия тенденция оставалась прежней, число корзинок при скашивании в срок 10.09 сформировалось ниже по отношению к другим вариантам на 1,4 шт/растении (30.10) и на 13,1 шт/растении (30.08), а на м² их количество было ниже на 20,3 шт (20.10) и на 46,4 шт (30.08).

Высокими посевными качествами характеризовались варианты первых сроков скашивания – 20.08 и 30.08 (энергия прорастания –46 % в 2017 году и 62 % в 2018 году, всхожесть семян –52 % в 2017 году и 69 % 2018 году).

Ключевые слова: сильфия пронзеннолистная, срок скашивания, семена, урожайность, число корзинок, масса 1000, энергия прорастания, всхожесть.

This article examines the influence of the aftereffect of the mowing time in the second year of plant life on the following structural parameters and seed yield in the period 2017–2019. The research methodology is described: setting of experience, characteristics of the soil of the experimental plot, determination of sowing qualities, determination of yield. It was found that the most favorable effect on both the structural parameters and the seed yield was exerted by the first mowing periods (08.20 and 08.30), so in the most productive year 2018, the seed yield at the first mowing period was 5.3–5.4 c / ha. In the rest of the research years, the yield did not differ much and was not less than 2.4 c / ha. The number of baskets per plant reached 148.3 pieces, and up to 473.1 pieces per m². A negative impact was exerted by the variant of the penultimate mowing period – September 10, starting from the fourth year of plant life. So, in terms of seed yield, this option was inferior in years of research to the first mowing period up to 0.8 c / ha, and the last mowing period by 0.3 c / ha. The number of baskets in the most productive 2018 was formed 106.0 pcs / plant, which is 38.7 and 42.3 pcs / plant less than in the first mowing periods, and their number per m² was 314.8 pcs / plant, which is lower than by the first mowing period by 138.1 pieces and 158.3 pieces. In the fifth year of life, despite unfavorable weather conditions, the tendency remained the same, the number of baskets when mowing at 10.09 was formed lower in relation to other variants by 1.4 pcs / plant (30.10) and 13.1 pcs / plant (30.08), and per m² their number was lower by 20.3 pieces (20.10) and 46.4 pieces (30.08). High sowing qualities were characterized by the options for the first mowing dates – 08.20 and 08.30 (germination energy – 46 % in 2017 and 62 % in 2018, seed germination –52 % in 2017 and 69 % in 2018).

Key words: pierced-leaved sylphia, mowing period, seeds, yield, number of baskets, weight 1000, germination energy, germination.

Введение

Для успешного развития животноводства необходимо увеличение производства кормов и кормового белка, то есть внедрение в сельскохозяйственное производство кормовых растений с высоким содержанием питательных веществ и хорошей урожайностью [1], которые были бы ориентированы на производство молока и мяса [2].

Для укрепления и стабилизации кормовой базы в стране необходимо внедрить в производство новые высокопродуктивные растения, которые явились бы хорошим дополнением к традиционным кормовым культурам [3, 4]. Новые культуры должны стать ведущими сочными растениями в интенсивно используемом сырьевом конвейере [5, 6].

Для приготовления кормов используется ограниченное число видов растений. Основные площади заняты под кукурузой, вико-овсяной смесью, кострцом, клевером и люцерной. Однако клевер и люцерну не используют более 2–3 лет. Поэтому остается вопрос о бесперебойном обеспечении кормами

[7]. В.А. Емелин [8] рекомендует выращивать в Беларуси сильфию пронзеннолистную как наиболее ценную в хозяйственном отношении культуру.

Биологические особенности культуры позволяют производить посев ранней весной предварительно стратифицированными семенами либо осенью, за 2–3 недели до наступления устойчивых заморозков [8, 9, 10]. Сильфия пронзеннолистная формирует урожай семян от 0,2 до 0,4 т/га [11, 12].

Основная часть

Схема опыта была заложена в 2015 году на опытном участке «Тушково», Горецкого района. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком суглинке, подстилаемом мореным суглинком с глубины около 1 м, является типичной для северо-восточного региона Республики Беларусь и пригодной для возделывания многолетних трав. Посев проводили семенами по норме высева 70 тыс. растений /га. Все варианты опытов закладывались в 4-кратной повторности, учетная площадь каждой делянки составляла 10 м². Фенологические наблюдения за наступлением фаз развития проводились визуально. Начало фазы отмечалось при наступлении ее у 10 % растений, полная фаза отмечалась при наступлении ее у 75 % растений.

При учете урожайности семян определяли количество корзинок на м² и количество семян в корзинке, определяли массу 1000 семян [13]. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли на кафедре кормопроизводства, хранения и переработки продукции растениеводства УО БГСХА в термостате, в темноте при переменной температуре 10–30 °С, в качестве ложа для проращивания использовали песок. Из семян основной культуры отбирали четыре пробы по 100 семян в каждой. Энергию прорастания определяли на 10 сутки, всхожесть снимали на 21 сутки [14]. Статистическую оценку данных проводили по методике Б. А. Доспехова [15].

Первый срок скашивания способствовал большему числу формирования корзинок, начиная с четвертого года жизни, на второй и третий годы жизни растений преимущество по числу корзинок было у последних сроков скашивания (табл. 1.).

С увеличением срока жизни растений увеличивалось и число корзинок на растении. Так, в 2017 году их количество составило от 19,8 шт. (20.10) до 21,2 шт. (10.09). Значительное образование корзинок, более чем в пять раз по сравнению с 2017 годом, наблюдалось в 2018 году. По опыту их число варьировало от 106,0 шт/растения при скашивании 10.09 до 148,3 шт/растения при скашивании в срок 30.08. В 2019 году погодные условия негативно сказались на образовании корзинок, их количество уменьшилось по отношению к 2018 году на 30,2–60,1 шт/растения (от 75,8 шт/растений – 10.09 до 88,9 шт/растения – 30.08).

Количество корзинок на 1 м² определялось числом корзинок на растении. Так, в 2017 году в соответствии с тем, что число корзинок на растении увеличивалось, возросло и их количество на м², по опыту их количество составило от 71,9 шт. до 75,0 шт., большее их количество было при предпоследнем сроке укоса (10.09), но с незначительной разницей со вторым сроком укоса (30.08) – на 0,6 шт/м². В 2018 году количество корзинок на 1 м² значительно возросло, но негативное влияние предпоследнего срока скашивания (10.09) прослеживается, в этом варианте меньше корзинок на 37,1 шт к последнему сроку скашивания и на 158,3 шт ко второму сроку скашивания. К пятому году жизни количество сформировавшихся корзинок на 1 м² снижается от 133,6 шт. при сроке скашивания 10.09 до 245,5 шт. при скашивании 30.08. Число семян в корзинке также определялось сроком проведения скашивания. Наибольшее их количество за 2017–2019 гг. было при скашивании в конце вегетации (20.09) – от 16 штук до 18 штук, а наименьшее количество было семян у варианта срока скашивания 10.09 – от 15 штук до 17 штук. Наиболее продуктивный 2018 год способствовал образованию от 17 штук (10.09) до 18 штук (20.08, 30.08, 20.10).

Таблица 1. Структурные параметры семенного травостоя сильфии пронзеннолистной при последствии скашивания во второй год жизни растений

Варианты	Количество корзинок на 1 растение, шт			Количество корзинок, шт/м ²			Количество семян в корзинке, шт		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
20.08	20,1	144,7	84,6	73,6	452,9	211,5	16	18	15
30.08	20,1	148,3	88,9	74,4	473,1	227,6	16	18	15
10.09	21,2	106,0	75,8	75,0	314,8	181,2	16	17	15
20.10	19,8	109,3	77,2	71,9	351,9	201,5	17	18	16

В 2017 году у всех вариантов число семян в корзинке было 16 штук, за исключением последнего срока скашивания (17 штук).

Число образовавшихся корзинок на 1 м² способствовало получению высокой урожайности семян при ранних сроках скашивания (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и посевные качества семян в зависимости от сроков скашивания, ц/га

Варианты	Урожайность семян, ц/га			Средняя урожайность, ц/га	± к контролю	Масса 1000 семян, г			Энергия прорастания, %			Всхожесть, %		
	2017	2018	2019			2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
20.08(контроль)	2,6	5,4	2,9	3,6	-	23,9	24,3	23,2	46	62	59	52	68	67
30.08	2,7	5,3	2,7	3,6	0	24,1	24,3	23,1	46	61	56	53	69	67
10.09	2,6	4,6	2,4	3,2	-0,4	23,8	23,7	21,2	44	57	53	50	61	59
20.10	2,7	4,8	2,7	3,4	-0,2	23,5	23,8	22,7	46	59	58	53	63	61
НСР ₀₅	0,12	0,14	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

На третий год жизни растений разница по урожайности семян в 0,1 ц/га в вариантах была несущественна и находилась в пределах НСР₀₅, и варьировала от 2,6 ц/га (20.08 и 10.09) до 2,7 ц/га (30.08 и 20.10). На четвертый год жизни растений разница по урожайности была существенной, снижение урожайности при более поздних сроках скашивания составило 0,6 – 0,8 ц/га. Урожайность семян составила от 4,6 ц/га (10.09) до 5,4 ц/га (20.08).

На пятый год жизни, с уменьшением количества корзинок на площади, уменьшается и урожайность семян, которая составила от 2,4 ц/га (10.09) до 2,7 ц/га (20.08 и 20.10).

Масса 1000 семян была не ниже 21,2 г в самый неблагоприятный 2019 год для созревания семян у варианта неблагоприятного срока скашивания 10.09. Наибольшая масса семян была отмечена в 2018 году при первых сроках скашивания – 24,3 г.

Энергию прорастания и всхожесть семян определяли на 10 и 21 сутки соответственно. В 2017 году энергия прорастания варьировала от 44 % (10.09) до 46 % (у последнего срока скашивания), всхожесть по опыту составила от 50 % до 53 %.

Благоприятные погодные условия 2018 года для растений сальфии пронзеннолистной способствовали повышению всхожести семян, так к энергии прорастания. Энергия прорастания составила от 57 % до 62 %, а число всхожих семян – от 61 % (10.09) до 69 % (30.08).

В 2019 году погодные условия способствовали не только снижению урожайности семян, но и их всхожести. К энергии прорастания проросло от 53 % (10.09) до 59 % (20.08). Общее число взшедших семян составило от 59 % (10.09) до 67 % (20.08 и 30.08).

Таким образом, более низкими посевными качествами характеризовался вариант предпоследнего срока скашивания, а наиболее жизнеспособными были варианты при первых сроках скашивания.

Заключение

1. Сроки укосов во второй год жизни оказали влияние на формирование семенной продуктивности сальфии пронзеннолистной. Наибольшее количество корзинок формировалось при ранних августовских укосах, а наименьшее число при скашивании в неблагоприятный срок – 10.09. Причем, негативное влияние вариант скашивания оказывал на четвертый год жизни (2018 год). Преимущество ранних сроков скашивания проявляется в более урожайный 2018 год. Число корзинок варьировала от 106,0 шт/на растении (10.09) до 148,3 шт/на растении (30.08). На пятый год жизни растений под влиянием погодных условий число корзинок снижается, при скашивании в августе их количество составило только 84,6–88,9 шт/на растении.

Та же тенденция наблюдалась и по числу корзинок на м², на третий год их было больше в предпоследний срок скашивания – до 75,0 шт/м², а на четвертый и пятый года жизни больше корзинок образовывалось при первых сроках скашивания (от 452, шт/м² до 211,5 шт/м² – 20.08 и от 473,1 шт/м² до 227,6 шт/м² – 30.08).

2. Число семян в корзинке больше образовывалось при скашивании в конце вегетации – 20.10 (от 16 штук до 18 штук), а наименее продуктивными по числу семян в корзинке были растения предпоследнего срока скашивания (от 15 штук до 17 штук).

3. Высокая средняя по годам исследований урожайность семян получена в вариантах первых сроков скашивания 3,6 ц/га, при более поздних сроках она снижается на 0,2-0,4 ц/га.

В благоприятный по метеорологическим условиям 2018 год урожайность семян составила от 4,6 (10.09) до 5,4 ц/га (20.08).

4. Посевные качества также определялись сроком скашивания. С годом жизни культуры они повышались. Лучшими посевными качествами характеризовались семена полученные в вариантах первых сроков скашивания – 20.08 и 30.08 (энергия прорастания – 46 % в 2017 году и 62 % в 2018 году, всхожесть семян – 52 % в 2017 году и 69 % 2018 году).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутузов, Г. П. Приемы повышения урожайности козлятника восточного / Г. П. Кутузов, А. М. Шагаров // Кормопроизводство. – 1983. – №10. – С. 12–18.

2. Шлапунов, В. Н. Зеленый конвейер: культуры, сроки сева и использования / В. Н. Шлапунов, Т. Т. Лукашевич // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции Беларуси РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 308–311.
3. Кухарева, Л. В. Роль интродукции в увеличении ассортимента кормовых культур / Л. В. Кухарева // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: матер. Междунар. конф., посвящ. 80-летию Центрального ботанического сада. – Минск: НАН Беларуси, 2012. – С.183–188.
4. Чупина, М. П. Использование десикантов на семенных посевах сильфии пронзеннолистной / М. П. Чупина // Сельскохозяйственные науки. – Омск, 2013. – С. 19–22.
5. Мелоян, А. А. Эффективность азотных удобрений на плантации горца Вейриха в зависимости от сроков уборки / А. А. Мелоян // Сб. науч. трудов ЛСХИ. – Л., 1982. – С. 71–75.
6. Синяковская, Л. А. Основные направления интенсификации полевого кормопроизводства на Северо-Западе Черноземной зоны / Л. А. Синяковская // Сб. науч. трудов ЛСХИ. – Л., 1982. – С. 10–12.
7. Кшникаткина, А. Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых культур с использованием адаптивных нетрадиционных растений / А. Н. Кшникаткина, В. Н. Еськин, Д. И. Петров // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 35–38.
8. Емелин, В. А. Сильфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В. А. Емелин. – Витебск: ВГАВМ, 2011. – 36 с.
9. Лоптева, Е. А. Биологические особенности и кормовые достоинства зеленой массы и силоса из сильфии пронзеннолистной в Волгоградской области / Е. А. Лоптева // Шестой симпозиум по новым кормовым растениям. – Саранск, 1973. – С. 229–231.
10. Седельников, Б. Г. Основные технологические приемы возделывания и использования сильфии пронзеннолистной на корм в южной лесостепи Омской области: автореф.... канд. с.-х. наук / Б. Г. Седельников; Омский ГАУ. – Омск, 2003. – 16 с.
11. Ослопова, Ю. С. Сильфия пронзеннолистная — новая перспективная кормовая культура для Западной Сибири / Ю. С. Ослопова // Материалы VIII Всероссийского симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 1993. – С. 117–118.
12. Чупина, М. П. Экономико-энергетическая оценка влияния покровных культур на продуктивность сильфии пронзеннолистной в Западной Сибири / М. П. Чупина, А. Ф. Степанов // Омский научный вестник. – Омск, 2015. – С. 190–192.
13. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян (с изменениями № 1): ГОСТ 12042-80; введ. СССР 01.07.1981. – СССР, 1981. – С. 107–109.
14. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Взамен ГОСТ 12038-66; введ. 01.06.86. – СССР, 1984. – 64 с.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.316.4

ОБЗОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ В КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. И. ФИЛИППОВ, Э. В. ЗАЯЦ, С. В. СТУКАНОВ

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: a.fil07@mail.ru*

В. П. ЧЕБОТАРЕВ

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

К. Л. ПУЗЕВИЧ

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

(Поступила в 26.08.2020)

В статье проведен анализ основных рабочих органов для обработки пропашных культур, как основа для разработки новых рабочих органов в концепции экологического земледелия, а также их назначение, устройство, технологический процесс и т.д. Обработка почвы устройством для механического уничтожения сорняков проводится в предпосевной и предпосадочный периоды при возделывании овощных, пряно-ароматических и лекарственных культур, а также в довсходовый период при возделывании картофеля. Применение устройства позволяет после каждой междурядной обработки в предпосевной и довсходовый периоды размещать ранее смещенную почву в исходное положение в профиле, изначально сформированном в течение формирования гребней, и получить дополнительное уплотнение почвы на поверхности гребней для лучшего контакта семян сорняков с почвой и для их быстрого и благоприятного прорастания. При этом получается только поверхностное рыхление гряд, без выноса почвы из нижних слоев на поверхность, что в свою очередь снижает энергоемкость процессов рыхления, гребнеобразования и окучивания с одновременным уничтожением проростков и всходов сорных растений механическим способом без забивания рабочих органов почвой и без применения гербицидов, что очень важно при экологическом земледелии.

Ключевые слова: *культиваторы, окучники, рабочие органы, устройство, технологический процесс, регулировки, экологическое земледелие.*

The article analyzes the main working bodies for the processing of row crops, as a basis for the development of new working bodies in the concept of ecological farming, as well as their purpose, device, technological process, etc. Soil cultivation with a device for mechanical destruction of weeds is carried out in the pre-sowing and pre-planting periods during the cultivation of vegetable, aromatic and medicinal crops, as well as in the pre-emergence period during the cultivation of potatoes. The use of the device allows you, after each inter-row cultivation in the pre-sowing and pre-emergence periods, to place the previously displaced soil to its original position in the profile initially formed during the formation of ridges, and to obtain additional soil compaction on the surface of ridges for better contact of weed seeds with the soil and for their quick and favorable germination. In this case, only superficial loosening of the ridges is obtained, without the removal of soil from lower layers to the surface, which in turn reduces the energy intensity of the processes of loosening, ridge formation and hilling with the simultaneous destruction of seedlings and shoots of weeds by a mechanical method without clogging the working organs with soil and without the use of herbicides, which is very important in organic farming.

Key words: *cultivators, hillers, working bodies, device, technological process, adjustments, organic farming.*

Введение

Экономический порог вредоносности сорняков, при котором наблюдается значительное снижение урожайности картофеля – 3–15 сорняков/м². Известно, что 100–200 сорняков на 1 м² снижают урожайность картофеля на 6,5 %. Поэтому необходимо проводить своевременный и качественный уход

за посадками картофеля, чтобы поддерживать почву в рыхлом и свободном от сорняков состоянии, стараясь максимально сократить количество проходов агрегата по полю.

К традиционным методам ухода за пропашными культурами относятся: боронование до и после всходов, обработка междурядий, окучивание, подкормка и др. В промышленных технологиях возделывания пропашных культур сорняки, вредители и возбудители болезней уничтожаются опрыскиванием растений ядохимикатами, в результате обработка почвы сведена к минимуму.

Для обработки защитных зон можно использовать ротационные диски или прополочные боронки. Сорняки в защитных зонах также можно уничтожить пестицидами с помощью культиваторов-опрыскивателей. Рыхление почвы, окучивание и внесение минеральных удобрений при междурядной культивации проводят на глубину до 16 см.

Основная часть

На пропашных культиваторах применяют различные рабочие органы в виде лап, подкормочных ножей, окучивающих корпусов и др. (рис. 1).

Полольные лапы-бритвы предназначены для подрезания корней сорняков и рыхления почвы в междурядьях на глубину до 6 см. Полольные лапы-бритвы применяют, как правило, для первой междурядной обработки. Полольная лапа-бритва состоит из стойки 1 и плоскорежущего лезвия 3 с вертикальной щекой 2, предохраняющей растения от присыпания почвой. Различают левосторонние и правосторонние полольные лапы-бритвы. Левосторонние устанавливают с левой, а правосторонние с правой стороны от оси рядка. Полольные лапы-бритвы выпускают с различной шириной захвата – 85, 120, 165 и 250 мм.

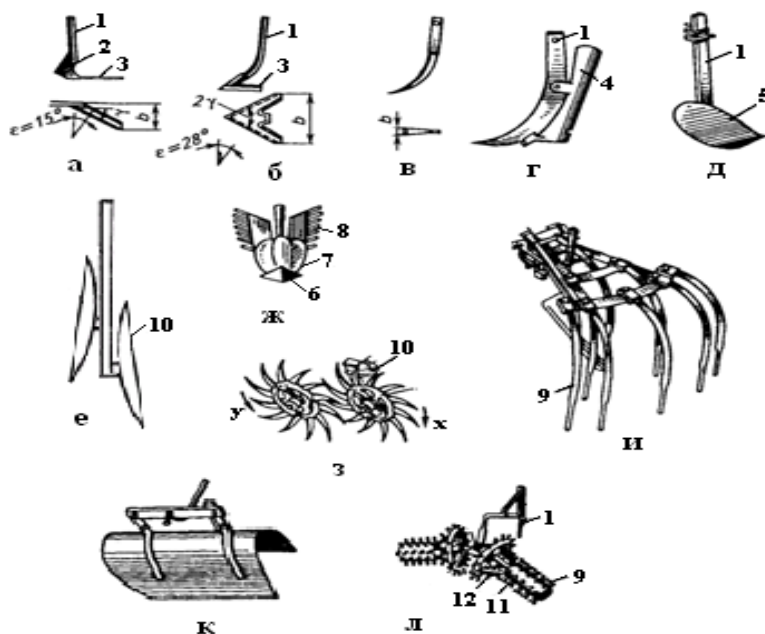


Рис. 1. Рабочие органы пропашных культиваторов:

а – односторонняя плоскорежущая лапа-бритва; б – универсальная стрелчатая лапа; в – долотообразная рыхлительная лапа; г – подкормочный нож; д – лапа-отвальчик; е – окучивающие диски; ж – окучивающий корпус; з – игольчатые диски; и – прополочные боронки; к – щиток-домик; л – универсальные ротационные боронки; 1 – стойка; 2 – щека; 3 – лезвие; 4 – воронка; 5 – отвальчик; 6 – норальник; 7 – отвал; 8 – крыло отвала; 9 – зубья; 10 – диски; 11 – цилиндрический барабан; 12 – конический барабан

Универсальные стрелчатые лапы предназначены для рыхления почвы на глубину до 12 см. Они могут применяться как для сплошной культивации, так и для междурядной. Универсальная стрелчатая лапа состоит из стойки 1 и двустороннего лезвия 3. Ширина захвата универсальных стрелчатых лап 220–385 мм.

Долотообразные лапы предназначены для рыхления почвы в междурядьях на глубину до 16 см. Долотообразная лапа представляет собой стойку с отогнутым вперед заостренным носком в виде долота шириной 20 мм. Долотообразная лапа хорошо работает даже на твердой и сильно уплотненной почве, деформирует и рыхлит слой почвы шириной больше ширины носка и не выносит влажную почву на поверхность поля.

Подкормочные ножи предназначены для рыхления почвы в междурядьях и заделки в почву туков на глубину до 16 см. Подкормочный нож состоит из долотообразной лапы с прикрепленной к ней воронкой, по которой удобрения от тукопровода попадают в бороздку.

Лапы-отвальчики предназначены для междурядной обработки картофеля. Состоят из стойки 1 и отвальчика 5 с криволинейной поверхностью и остро заточенной кромкой. Лапы-отвальчики бывают право- и левосторонние. Они устанавливаются на расстоянии 25...27 см с обеих сторон от оси рядка. Лапы-отвальчики подрезают сорняки и рыхлят почву на глубину до 6 см. При работе таких лап сорняки в защитной зоне присыпаются почвой из междурядий.

Окучивающие диски предназначены для окучивания картофеля, уничтожения сорняков на дне борозды и засыпания почвой сорных растений в защитных зонах. Бывают право- и левосторонние. Состоят из стойки и диска, вращающегося в подшипниковом узле. Глубина обработки до 16 см.

Корпуса-окучники предназначены для окучивания картофеля, уничтожения сорняков на дне борозды и засыпания почвой сорных растений в защитных зонах. Корпус-окучник состоит из стойки, наральника и двустороннего отвала с раздвижными крыльями. Глубина обработки корпусом-окучником до 16 см, высота гребня до 25 см. В последние годы широко применяют окучивающие корпуса на пружинистых чизельных стойках.

Ротационные игольчатые диски предназначены для разрушения почвенной корки и уничтожения сорняков в междурядьях и защитных зонах при обработке пропашных культур. Глубина обработки до 9 см. Эффективность обработки зависит от направления вращения игольчатых дисков, если иглы изогнутые.

Прополочные боронки предназначены для рыхления почвы и уничтожения сорняков в защитных зонах и междурядьях. Состоят из рамки и пружинных зубьев.

Щитки-домики предназначены для защиты растений от присыпания почвой при работе культиватора на повышенных скоростях. Располагают над рядком растений. Щиток-домик состоит из изогнутого листа и кронштейна для крепления на грядиле секции.

Универсальные ротационные боронки предназначены для довсходового рыхления почвы и уничтожения сорняков на гребнистых посадках картофеля или других культур. Универсальная ротационная боронка состоит из двух барабанов с конической и цилиндрической поверхностями, на которых закреплены зубья длиной 55 мм, и стойки.

Для довсходовой обработки овощных культур, посаженных на гребнях, могут применяться ротационные боронки, выполненные в виде барабанов с упруго-эластичными элементами, поверхность которых копирует форму гребня [1; 2; 3; 4].

Решение проблемы снижения пестицидной нагрузки при возделывании картофеля, а также и овощных культур должно быть сосредоточено в направлении максимального механического удаления сорных растений при возделывании культуры и применении экологически безопасных средств защиты растений.

Так выглядит предложенное нами устройство для механического уничтожения сорняков (рис. 2).

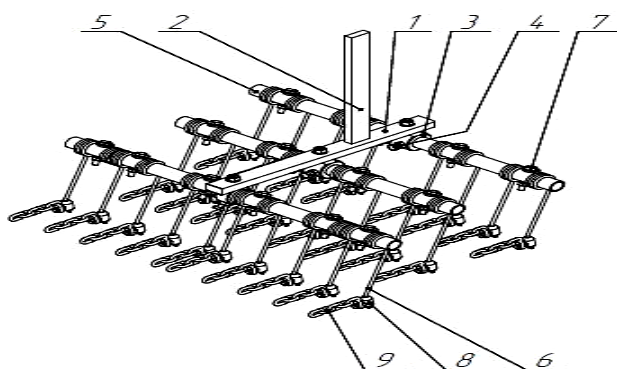


Рис. 2. Устройство для механического уничтожения сорняков

Устройство для механического уничтожения сорняков содержит продольный брус 1, к которому сверху жестко прикреплена вертикальная стойка 2, а с нижней части бруса 1 прикреплен ряд втулок 3 с фиксаторами 4, а во втулке размещена поперечная труба 5, к которой прикреплены пружинные зубья 6 прижимными болтами 7 с возможностью поворота поперечной трубы 5 во втулке 3 на угол 45° к вертикали в противоположную сторону, относительно направления движения, а нижняя часть

пружинных зубьев 6 согнута под углом по ходу движения, а на этом участке пружинных зубьев установлены рыхлители 8 с ворошителями 9.

При движении культиватора нижняя часть пружинных зубьев 6 с рыхлителем 8 и ворошителем 9 входят в верхний слой почвы и осуществляют сплошное активное ее рыхление. Находящиеся в почве проростки или всходы сорняков на поверхности почвы механически уничтожаются [5; 6; 7].

Задачей наших разработок концепции экологического земледелия в то же время является формирование поверхности узкопрофильных гребней из перемещенной почвы в результате междурядной обработки в изначально сформированный профиль гребней и микрорыхление поверхностного почвенного слоя узкопрофильных гряд с одновременным уничтожением сорняков и дополнительным уплотнением поверхностного слоя почвы гряды прикатывающим катком для лучшего контакта семян сорняков с почвой, более быстрого и гармоничного их прорастания и последующего удаления до всходов картофеля, а также дополнительная обработка конусообразными рыхлящими зубьями, установленными с обратной стороны кожуха профилеформователя и размещенными в два ряда в шахматном порядке, чтобы в технологическом процессе вычесывание сорняков происходило без забивания [8; 9; 10].

Профилеформователь узкопрофильных гряд (рис. 3) содержит стойку 1, втулку 2, болты стопорные 3, трубу несущую 4, пружину кручения 5, зубья 6, болт фиксирующий 7, кожух профилеформователя 8, рыхлительных зубьев 9.

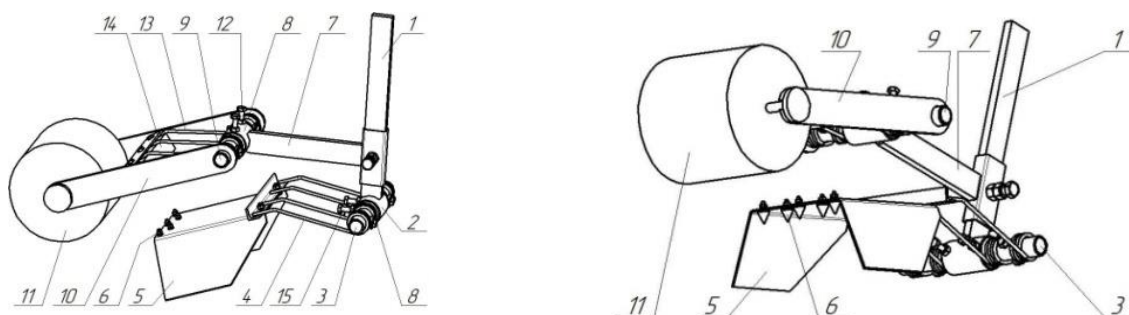


Рис. 3. Профилеформователь узкопрофильных гряд с уплотняющим катком

Профилеформователь узкопрофильных гряд работает следующим способом. Перед работой профилеформователь с уплотняющим катком 11 устанавливают на поперечную балку культиватора и через стойку 1 закрепляют на требуемой высоте. Далее устанавливают кожух профилеформователя 5 и уплотняющий каток 11 на требуемой высоте. При этом отпускают установленные во втулках 2 и 8 стопорные болты 12 и 15 и поворачивают несущие трубы 3 и 9 вместе с установленными на них пружинами кручениями 5, которые через пружины кручения 4 и 13 прижимают к почве кожух профилеформователя 5 и уплотняющий каток 11 с требуемым усилием. После чего болтами стопорными 12 и 15 закрепляют несущие трубы 3 и 8 с пружиной кручения 4 и 13. В задней части кожуха профилеформователя устанавливают рыхлительные зубья конусообразной формы 6 в два ряда и в шахматном порядке [11; 12; 13; 14].

В концепции экологического земледелия нами разработан и предложен фрезерный лучеобразный диск, позволяющий полностью уничтожать проростки и всходы сорных растений в предпосевной или довсходовый периоды на боковых поверхностях ранее созданных узкопрофильных гряд или гребней в копирующем их режиме. Фрезерный лучеобразный диск для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд (рис. 4) содержит фрезерный диск 1 лучеобразной формы, который имеет плоскую поверхность 2, выполнен из металла толщиной не менее 6 мм и с помощью подшипникового узла 3 закреплён к вертикальной стойке 4, а стойка 4 закреплена к раздвижным грядилям 5 с возможностью перемещения и фиксации как вверх-вниз, так и в стороны [15; 16; 17; 18].

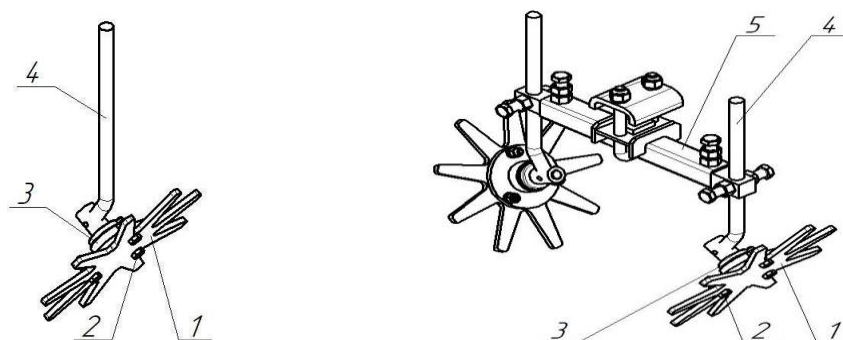


Рис. 4. Фрезерный лучеобразный диск

При движении фрезерных лучеобразных дисков в почве они вращаются от соприкосновения с почвой, при этом они устанавливаются под наклоном к боковой поверхности гряд на глубину до 2 см. При обработке почвы фрезерными лучеобразными дисками обрабатывается почвенный слой боковых поверхностей гряд толщиной до 2 см, при этом уничтожаются всходы и проростки сорных растений на боковых поверхностях гряд в копирующем их режиме. При выполнении технологического процесса фрезерные лучеобразные диски 1 прилегают к поверхностям гряд и обеспечивают их копирование и поверхностную обработку почвы, полностью уничтожают всходы сорняков на боковых поверхностях гряд и не забиваются почвой при повышенной влажности и на тяжелых почвах. Глубина и качество обработки устанавливается перемещением и фиксацией фрезерных лучеобразных дисков как вверх-вниз, так и в стороны на стойках 4 и раздвижных грядилях 5 [19; 20].

Заключение

Обработка почвы устройством для механического уничтожения сорняков проводится в предпосевной и предпосадочный периоды при возделывании овощных, пряно-ароматических и лекарственных культур, а также в довсходовый период при возделывании картофеля. При обработке междурядий овощных культур, имеющих широкую крону, возделываемых при большом уклоне, что позволяет осуществлять рыхление почвы под листьями выращиваемых культур и полностью механически уничтожить проростки и всходы сорных растений. При обработке борозд узкопрофильных гряд пружинные зубья 6 вместе с рыхлителем 8 и ворошителем 9 обрабатывают нижнюю и боковую части борозды за счет установки пружинных зубьев с убывающей длиной от середины длины к верхней ее боковой поверхности.

Формирование узкопрофильных гребней профилеформователем с прикатывающим катком позволяет после каждой междурядной обработки в предпосевной и довсходовый периоды размещать ранее смещенную почву в исходное положение в профиле, изначально сформированном в течение формирования гребней, и получить дополнительное уплотнение почвы на поверхности гребней для лучшего контакта семян сорняков с почвой и для их быстрого и благоприятного прорастания. В последующий период в этом слое почвы появятся проростки и всходы сорняков, которые снова будут уничтожены механическими средствами. В результате после каждого профилеформования и уплотнения обрабатываемой и перемещенной почвы в исходное положение при ее обработке создаются условия для повторного прорастания оставшихся семян сорняков, не проросших после первой обработки почвы. Это дает возможность максимально механически уничтожать сорняки в предпосевной и довсходовый периоды. Микроповерхностное рыхление почвы после ее профилеформования и уплотнения также обеспечивает сохранение влажности почвы с одновременным уничтожением сорняков в почвенном слое на поверхности гряды на начальной стадии их прорастания.

Использование лучеобразных фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гребней позволяет проводить поверхностное рыхление гребней без вывода почвы из нижних слоев на поверхность, что в свою очередь снижает энергоемкость процессов рыхления, гребневания и окучевания с одновременным уничтожением проростков и всходов сорных растений механическим способом без забивания рабочих органов почвой и без применения гербицидов, что очень важно в экологическом земледелии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные машины: практикум / Э. В. Заяц [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 518 с.
2. Заяц, Э. В. Анализ технологических операций и изыскание рабочих органов культиватора для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. статей; Гродно. – УО ГГАУ, 2017. – С. 83–89.
3. Заяц, Э. В. Разработка рабочих органов машин для возделывания картофеля и овощей при экологическом земледелии. / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц. // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX МНПК; Гродно. – УО ГГАУ, 2017. – С. 182–184.
4. Лепешкин, Н. Д. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов / Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, А. С. Добышев,

- К. Л. Пузевич // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: материалы МНТК. – Минск, 2016. – С. 141–147.
5. Разработка и испытания рабочих органов и машин для обработки картофеля и овощных культур с минимальной пестицидной нагрузкой / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы МНТК, посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2017. – С. 100–113.
6. Заяц, Э. В. Изыскание рабочих органов и типов машин для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 80-летию А. П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского госуд. аграрного университета имени императора Петра I, Россия, Воронеж, 10 января 2017 г. – Воронеж, 2017 – Ч 2. – С. 219–227.
7. Аутко, А. А. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы XXI МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства»; Гродно. – УО ГГАУ, 2018. – С. 182–185.
8. Усовершенствование рабочих органов к агрегату для производства картофеля на основе экологического земледелия / А. А. Аутко [и др.] // Материалы МНТК «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацепуро». – Минск, 2018. – С. 28–32.
9. Устройство для механического уничтожения сорняков / А. А. Аутко [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. – Гродно: УО ГГАУ, 2018. – С. 139–142.
10. Аутко, А. А. Разработка агрегата и рабочих органов для обработки почвы при экологическом земледелии / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: ФГБОУВО «РГАУ им. П. А. Костычева», 2018. – С. 14–19.
11. Заяц, Э. В. Фрезерный лучеобразный диск / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. / УО ГГАУ. – Гродно, 2019 г. – С. 194–196.
12. Заяц, Э. В. Профилеформователь с уплотняющим катком / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. – Гродно, 2019. – С. 192–194.
13. Филиппов, А. И. Агрегат комбинированный для обработки профилированной поверхности почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. / УО ГГАУ. – Гродно, 2019. – С. 255–257.
14. Филиппов, А. И. Многовекторный узел распыла / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. / УО ГГАУ. – Гродно, 2019 г. – С. 258–260.
15. Аутко, А. А. Пружинный рыхлитель для уничтожения сорной растительности механическим способом / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 52, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2019 г. – С. 69–73.
16. Филиппов, А. И. Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г. – С. 54–56.
17. Филиппов, А. И. Разработка узла распыла для объемного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г. – С. 56–59.
18. Чеботарев, В. П. Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, А. И. Филиппов, А. А. Зенов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Минск, БГАТУ, 24–25 октября 2019 г. – С. 71–73.
19. Чеботарев, В. П. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Журнал «Агропанорама» №5. – Минск: УО «БГАТУ», 2019. – С. 22–26.
20. Заяц, Э. В. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / УО ГГАУ. – Гродно, 2018. – С. 170–172.
21. Филиппов, А. И. Оборудование для дозирования и ленточного внесения удобрений к универсальному агрегату АУ-М1 / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, И. В. Дубень // Журнал «Вестник БАРГУ» (технический раздел). – 2020. – С. 119–127.
22. Филиппов, А. И. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Сборник научных статей «Инновационные решения в технологиях и механизации с/х производства» междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-ю С. И. Назарова д.т.н., профессора, академика ВАСХНИЛ СССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР. – Горки: УО БГСХА, 2020. – С. 348–351.
23. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020. – С. 23–27.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

В. А. ШАПОРЕВ, Р. С. ДАРГЕЛЬ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407; e-mail: vitlik3991@mail.ru.; ruslandargel@mail.ru

(Поступила в редакцию 18.09.2020)

Статья предлагает методику расчета экономической эффективности применения топлив с добавлением биогаза для дизельных двигателей колесных тракторов тягового класса 1,4 кН. В настоящее время не существует универсальных методик, которые могли бы позволить проводить комплексную оценку сравнительной экономической эффективности применения различных видов топлив. При этом необходимо оценивать эффективность использования каждого нового альтернативного вида топлива с точки зрения его создания, стоимости изменения систем трактора, снижения дымности и токсичности отработавших газов и снижение расхода дизельного топлива.

Для разработки методики расчета экономической эффективности применения топлив с добавлением биогаза для дизельных двигателей колесных тракторов тягового класса 1,4 кН принимались данные, которые были получены в ходе цикла экспериментальных исследований замещения части дизельного топлива биогазом на эффективные и экологические показатели работы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2). Отсюда следует, что экономическая эффективность от снижения ущерба, наносимого токсичными компонентами, выбрасываемыми в атмосферу с отработавшими газами дизеля, равна примерно 394 руб./трактор в год при применении смесей биогаза и дизельного топлива. Следовательно, применение биогаза позволяет сократить расход дизельного топлива и значительно ослабить экологические проблемы за счет снижения ущерба, наносимого окружающей среде отработавшими газами дизельными двигателями тракторов и транспортных средств.

Ключевые слова: Биогаз, дизельное топливо, альтернативные топлива, отработавшие газы, вредные вещества, экономическая эффективность.

The article proposes a method for calculating the economic efficiency of using fuels with the addition of biogas for diesel engines of wheeled tractors of a traction class of 1.4 kN. Currently, there are no universal methods that could allow for a comprehensive assessment of comparative economic efficiency of using various types of fuels. At the same time, it is necessary to assess the efficiency of using each new alternative type of fuel in terms of its creation, the cost of changing tractor systems, reducing the smoke and toxicity of exhaust gases and reducing the consumption of diesel fuel.

To develop a methodology for calculating the economic efficiency of using fuels with the addition of biogas for diesel engines of wheeled tractors of a traction class of 1.4 kN, we used data that were obtained in the course of a cycle of experimental studies, when we replaced a part of diesel fuel with biogas and measured effective and environmental performance indicators of the diesel engine 4ChN 11.0/12.5 (D-245.5S2). The economic efficiency from reducing the damage caused by toxic components emitted into the atmosphere with diesel exhaust gases is approximately 394 rubles / tractor per year when using mixtures of biogas and diesel fuel. Consequently, the use of biogas can reduce the consumption of diesel fuel and significantly reduce environmental problems by reducing the damage caused to the environment by exhaust gases from diesel engines of tractors and vehicles.

Key words: biogas, diesel fuel, alternative fuels, exhaust gases, harmful substances, economic efficiency.

Введение

В сельскохозяйственном производстве одной из главных основ в растениеводстве и в животноводстве является машинно-тракторный парк. Насколько продуктивно функционирует машинно-тракторный парк, в большей степени зависит продуктивность и производительность труда всего агропромышленного комплекса. Работа машинно-тракторных агрегатов определяется, как правило, расходом топлива на единицу выполненной работы и производительностью [1].

Основными направлениями совершенствования автотракторных дизелей являются увеличение их улучшение экономичности, литровой и удельной мощности, надежности и снижение выбросов вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами (ОГ) двигателей. Мировые производители автотракторных двигателей работают над снижением выбросов ВВ с ОГ двигателей. Большое количество современных тракторов и автомобилей оборудуются дизельными двигателями. Дизельные двигатели являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Самая главная проблема, над которой работают на протяжении многих лет производители дизельных двигателей, – это выбросы NO_x с отработавшими газами [2–4].

В большинство стран мира действует в рамках программ по внедрению альтернативных видов топлив. Следует отметить, что Республика Беларусь обладает существенным потенциалом для выработки биогаза (БГ), так как активное развитие животноводческого комплекса страны обуславливает необходимость утилизации большого количества животноводческих отходов. На сегодняшний день в стране запущены в работу 12 биогазовых комплексов общей мощностью 18,155 МВт, также планиру-

ется развитие таких комплексов в ближайшем будущем. В Беларуси БГ набирает широкое распространения, его можно рассматривать как альтернативный возобновляемый компонент для моторных топлив. Соответственно для Республики Беларусь перспективным представляется использование биогаза (БГ) и растительных масел (РМ) [5].

Перспективность использования таких видов топлив объясняется следующим: позволяют полностью или частично заменить топливо из природных ресурсов, создаются из возобновляемых источников, и имеет способность к быстрому биоразложению; предоставляют возможность создания энергоавтономных сельскохозяйственных предприятий, независимых от поставок нефтяных топлив. Применение БГ и РМ положительно сказывается на парниковом эффекте, снижение выбросов вредных веществ с ОГ. При производстве биотоплива на основе РМ, обеспечиваются потребности животноводства в белковом концентрате в виде шрота при экструдировании маслосемян.

Целью статьи является разработка методики расчета экономической эффективности применения топлива с добавлением БГ для дизельных двигателей колесных тракторов тягового класса 1,4 кН.

Основная часть

На сегодняшний день не существует единой методики, которая позволила бы проводить комплексную оценку сравнительной экономической эффективности применения различных видов топлив. Но необходимо оценивать эффективность использования каждого нового альтернативного топлива с точки зрения его создания, стоимости изменения систем трактора, снижения дымности и токсичности ОГ и снижение расхода ДТ.

Следует отметить, что рост себестоимости нефтяных топлив зависит от отдаленности месторождений нефти, значительного сокращения её ресурсов и увеличения темпов потребления, использование новых альтернативных топлив с добавлением БГ может иметь положительных эффект. Следует учитывать, что себестоимость такого топлива должна быть сравнима с себестоимостью ДТ. В работах В. А. Шапорева было доказано, что применение смесевых составов позволяет сократить расход нефтяного моторного топлива до 38 %, и в то же время применение смесевых составов дает высокий эффект за счет снижения дымности и токсичности ОГ дизелей [6–11].

А. С. Процеров и А. В. Белявцев в своей работе [12] предлагают вести сравнение методов уменьшения токсичности по показателю K , равному денежным расходам, связанным с применением каждого из методов, отнесенным к 1 % снижения токсичности ОГ:

$$K = \frac{C_n}{\eta_i}, \quad (1),$$

где C_n – стоимость расходов, связанных с применением i -го метода, подсчитываемая по формуле (1) с поправкой под двухтопливные системы питания:

$$C_n = aC_1 + b_{ДТ} \cdot \Delta G_{ДТ} + b_{БГ} \cdot \Delta G_{БГ} + C_2, \quad (2),$$

где C_1 – стоимость средства снижения токсичности ОГ (руб); a – коэффициент годовой сменности устройства, равный годовому пробегу или наработке машины; $\Delta G_{ДТ}$, $\Delta G_{БГ}$ – изменение потребления дизелем ДТ (кг/ч) и БГ ($m^3/ч$) (таблиц 1, 2, 3, 4); $b_{ДТ}$ – стоимость 1 кг ДТ (руб); $b_{БГ}$ – стоимость 1 m^3 БГ (руб); C_2 – стоимость эксплуатации, обслуживания и ремонта конструктивных нововведений (руб).

Эффективность снижения концентрации i -го токсичного компонента (η_i), рассчитываемая по формуле:

$$\eta_i = \frac{C_{i1} - C_{i2}}{C_{i1}} \cdot 100\%, \quad (3),$$

где $C_{i1} - C_{i2}$ – соответственно, концентрации i -го компонента без применения и с применением метода снижения токсичности, %.

При работе дизеля на номинальном скоростном режиме на смесях БГ с ДТ снижение твердых частиц в ОГ составляет 12–66 %.

Согласно методике [13], эффективность применения смесей БГ с ДТ можно оценить по снижению экономического ущерба, наносимого загрязнением окружающей среды (табл. 1–4).

Таблица 1. Расход ДТ и БГ по регулировочной характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5

85% ДТ + 15% БГ		70% ДТ + 30% БГ	
Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч	Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч
14,11	9,20	11,84	16,36
14,00	9,38	11,60	16,69
14,10	9,21	12,60	15,33
14,12	9,19	13,23	14,48
14,42	8,69	12,20	15,87

Таблица 2. Расход ДТ и БГ по нагрузочной характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при n=1800 мин⁻¹ и рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

85% ДТ + 15% БГ		70% ДТ + 30% БГ	
Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч	Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч
2,64	1,70	2,56	3,36
4,99	2,84	4,80	5,57
7,23	4,45	6,89	8,70
9,50	5,76	9,48	11,50
12,40	8,27	11,78	16,18
14,02	8,73	13,70	17,20

Таблица 3. Расход ДТ и БГ по нагрузочной характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при n=1400 мин⁻¹ и рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

85% ДТ + 15% БГ		70% ДТ + 30% БГ	
Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч	Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч
1,81	0,22	1,58	0,39
3,47	0,44	3,30	0,80
5,22	0,64	4,90	1,20
6,80	0,83	6,90	1,69
8,83	1,08	9,00	2,20
10,73	1,31	11,46	2,80
13,21	1,61	13,37	3,27
14,69	1,79	14,52	3,55

Таблица 4. Расход ДТ и БГ по скоростной характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

85% ДТ + 15% БГ		70% ДТ + 30% БГ	
Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч	Расход ДТ, кг/ч	Расход БГ, м ³ /ч
15,54	9,11	15,58	18,24
15,39	9,00	15,16	17,86
15,29	8,92	15,32	17,84
14,20	8,32	11,84	15,26
6,84	3,89	4,9	6,66
3,01	1,71	2,86	3,46

Материальный ущерб от загрязнения атмосферы для каждого соответствующего источника определим по формуле:

$$Y = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M, \quad (4)$$

где Y – величина ущерба (руб/год); γ – относительный коэффициент ущерба (руб/усл. кг); σ – безразмерная величина, относительной опасности загрязнения воздуха для конкретных условий; f – поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, $f=10$ для автотранспорта; M – приведенная масса годового выброса загрязнений, определяемая по формуле:

$$M = \sum A_i m_i, \quad (5)$$

где A_i – показатель относительной агрессивности примеси i -го вида (усл. кг/кг); m_i – масса годового выброса примеси i -го вида в год (т/год).

Для оценки применения топлива с добавкой БГ был произведен расчет эффективности, с использованием разработанного программного обеспечения [14].

Заключение

Из расчета экономической эффективности применения топлив с добавлением биогаза для дизельных двигателей колесных тракторов тягового класса 1,4 кН по предложенной нами методике, получили следующие выводы.

Экономическая эффективность от снижения ущерба, наносимого токсичными компонентами, выбрасываемыми в атмосферу с ОГ дизеля, равна примерно 394 руб./трактор в год при применении смесей БГ и ДТ. Следовательно, применение данного топлива позволяет (в зависимости от режима

работы дизеля) сократить расход ДТ и значительно ослабить экологические проблемы за счет снижения ущерба, наносимого окружающей среде ОГ дизельными двигателями тракторов и транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство биогаза в Республике Беларусь и Швеции. Обмен опытом. – Уппсала, 2012, ISBN: 978-91-86189-15-0 – 39 с.
2. Карташевич, А. Н. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, П. Ю. Малышкин, Г. Н. Гурков, А. В. Бучинская. – Горки: БГСХА – 2012. – С. 376.
3. Плотников, С. А. Разработка числовых методов определения свойств новых топлив / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич // Вестник машиностроения. – 2018. – № 3. – С. 7–10.
4. Карташевич А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле. Часть I. / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров: Типография «Авангард», 2011. – 116 с.
5. Клочков, А. В. Биогаз: итоги и перспективы использования / А. В. Клочков, П. М. Новицкий // Наше сельское хозяйство. – 2017. – Выпуск 74. – С. 34–35.
6. Шаповрев, В. А. Определение рациональных регулировок дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шаповрев, А. Н. Карташевич С. А. Плотников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 149–153.
7. Шаповрев, В. А. Результаты стендовых испытаний дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шаповрев, А. Н. Карташевич // Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса: Агропортал. – 2020. – № 1. – С. 44–48.
8. Шаповрев, В. А. Исследование эффективных и экологических показателей дизеля на смесях дизельного топлива с биогазом / В. А. Шаповрев, А. Н. Карташевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 122–126.
9. Шаповрев, В. А. Исследование влияния биогаза на эффективные и экологические показатели дизеля 4ЧН 11,0/12,5 / В. А. Шаповрев // Известия международной академии аграрного образования. – 2020. – № 49. – С. 64–69.
10. Шаповрев, В. А. Результаты исследования влияния биогаза на эффективные и экологические показатели дизеля 4ЧН 11,0/12,5 / В. А. Шаповрев, А. Н. Карташевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 127–132.
11. Шаповрев, В. А. Влияние газомоторного топлива на эффективные и экологические показатели дизеля / В. А. Шаповрев, А. Н. Карташевич, Р. С. Даргель // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2020. – № 2. – С. 14–20.
12. Белявцев А. В., Процеров А. С. Топливная аппаратура автотракторных дизелей. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 224 с.
13. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – Москва, 1983. – 124 с.
14. Расчет экономической эффективности применения альтернативных топлив в ДВС «РЭЭПАТ-ДВС. Реестр программ для электронно-вычислительных машин: пат. 2018612815 / С. А. Плотников, Ю. В. Ланских, В. А. Подгорный, М. В. Смольников, П. Н. Черемисинов; заявитель ФГБОУ ВО «ВятГУ» – № 2018612815; заявл. 16.01.2018; опубл. 28.02.2018 // Справочник патентов России. – Режим доступа: <https://patentinform.ru/programs/reg-2018612815.html>. – Дата доступа: 21.10.2020.

БОРТОВОЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

Ю. Д. КАРПИЕВИЧ

*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: irinabondarencо1980@mail.ru*

(Поступила в редакцию 10.11.2020)

Основной задачей, которая стоит перед предприятиями автомобиле- и тракторостроения в Республике Беларусь, является производство конкурентоспособной и надежной техники, которая поставляется не только на внутренний рынок, но и на рынки дальнего и ближнего зарубежья. Решению этих задач способствует внедрение в конструкцию трактора различных микропроцессорных систем, позволяющих поднять показатели его эффективности на качественно новый уровень. Наиболее перспективным направлением электронизации трактора является его бортовое диагностирование. Изучение данного вопроса, анализ эксплуатации, технического обслуживания и проведенных ранее ремонтных воздействий привели к углубленному исследованию и разработке бортовых систем на современной автотракторной технике.

При разработке бортовых систем диагностирования стояла задача выявления внезапных и не систематических отказов, обеспечения безопасности при эксплуатации технически исправного трактора. Бортовая диагностика, как элемент конструкции колесного трактора позволит перейти к их техническому обслуживанию по фактической необходимости. С повышением энергонасыщенности тракторов и рабочих скоростей тракторных агрегатов интенсифицируются рабочие процессы во фрикционных муфтах, возрастает динамическая нагруженность элементов механических трансмиссий, работа и мощность трения их фрикционных муфт при разгоне тракторных агрегатов и переключении передач. Фрикционные диски гидродожимных муфт коробки передач необходимы для передачи крутящего момента за счет сил трения.

В статье разработаны методики бортового диагностирования технического состояния сцепления.

Ключевые слова: мониторинг, бортовая диагностика, сцепление, работа буксования, коэффициент трения, температура, скорость скольжения, фрикционный элемент.

The main task facing the automobile and tractor industry enterprises in the Republic of Belarus is the production of competitive and reliable equipment, which is supplied not only to the domestic market, but also to the markets of far and near abroad. The solution of these problems is facilitated by the introduction of various microprocessor systems into the design of the tractor, which make it possible to raise the indicators of its efficiency to a qualitatively new level. The most promising direction of tractor electronization is its on-board diagnostics. The study of this issue, analysis of operation, maintenance and previous repair actions led to an in-depth study and development of on-board systems on modern automotive equipment.

When developing on-board diagnostic systems, the task was to identify sudden and non-systematic failures, to ensure safety during operation of a technically sound tractor. On-board diagnostics, as an element of the construction of a wheeled tractor, will allow you to proceed to its maintenance as required. With an increase in the energy supply of tractors and the operating speeds of tractor units, the working processes in the friction clutches are intensified, there is an increase in the dynamic loading of elements of mechanical transmissions, the work and friction power of their friction clutches during acceleration of tractor units and gear shifting. The friction discs of the gearbox hydraulic clutches are required to transmit torque through frictional forces.

The article developed methods of on-board diagnostics of the technical condition of the clutch.

Key words: monitoring, on-board diagnostics, clutch, slipping work, coefficient of friction, temperature, sliding speed, friction element.

Введение

Процессы трения и износа фрикционных сцеплений носят ярко выраженный нестационарный характер. Для того чтобы дать оценку надежности и долговечности пар трений, на сегодняшний день недостаточны даже весьма важные, показатели, такие, как нагрузка на фрикционной поверхности, скорость скольжения и температура. В данном случае необходимы обобщающие, комплексные или интегральные показатели, которыми являются работа буксования и мощность трения фрикционных сцеплений.

Во включенном состоянии фрикционного сцепления его ведущие и ведомые части вращаются как одно целое, передовая мощность и крутящий момент от двигателя на трансмиссию. Но так как в это время нет относительного скольжения ведомых и ведущих частей, то нет изнашивания и нагрева поверхностей трения. Эти явления происходят во время включения (буксования) фрикционного сцепления, при трогании трактора с места или изменении скорости с переключением передач. Работа фрикционного сцепления в процессе включения и буксования происходит при высоких скоростях, статических и динамических нагрузках и сопровождается интенсивным тепловыделением.

Цель исследований – повышение эффективности бортового диагностирования на основе микропроцессорной системы технического состояния трактора путем контроля ресурса сцепления.

Основная часть

Бортовое диагностирование технического состояния колесного трактора – один из важных элементов его технического обслуживания, ремонта и выявления неисправностей [1–5].

Общая структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния сцепления показана на рис. 1. Данная схема представляет собой составную часть (модуль) комплексной управляющей, диагностической и информационной системы колесных тракторов [6, 7].

Суть бортового диагностирования сцепления заключается в следующем.

При полностью включенном сцеплении начинается проверка системы уравнений вида:

$$\left. \begin{aligned} R_{cy}(\alpha) &= R_{cy}(\alpha_0) \\ \omega_{\partialв} &= \omega_{cy} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где $R_{cy}(\alpha)$ – угловое перемещение рычага вилки выключения сцепления; $R_{cy}(\alpha_0)$ – положения рычага вилки выключения сцепления при полностью включенном сцеплении; $\omega_{\partialв}, \omega_{cy}$ – текущие угловые скорости коленчатого вала двигателя и ведомого диска сцепления соответственно.

Если какое-либо из условий выражения (1) не выполняется, то проводится локализация неисправностей, предусматривающая следующие проверки:

$$\left. \begin{aligned} R_{cy}(\alpha) &= R_{cy}(\alpha_0) \\ \omega_{\partialв} &> \omega_{cy} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Пробуксовка сцепления в тяговом режиме двигателя»;

$$\left. \begin{aligned} R_{cy}(\alpha) &= R_{cy}(\alpha_0) \\ \omega_{\partialв} &< \omega_{cy} \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Пробуксовка сцепления в режиме торможения двигателем».

В данной статье представлен к рассмотрению новый метод бортового диагностирования степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных накладок ведомого диска сцепления [8, 9].

Предлагаемый метод диагностирования, защищенный при участии автора двумя патентами на изобретение [10, 11], основан на непосредственном измерении толщины накладок при частичной разборке узла. Процессы трения и износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления носят ярко выраженный нестационарный характер. Здесь необходимы обобщающие, комплексные показатели, одним из которых является работа трения [12, 13].

На рис. 1 показан измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, в данной статье он рекомендован в качестве одного из вариантов устройства для измерения крутящего момента двигателя при проектировании колесных тракторов [10, 11].

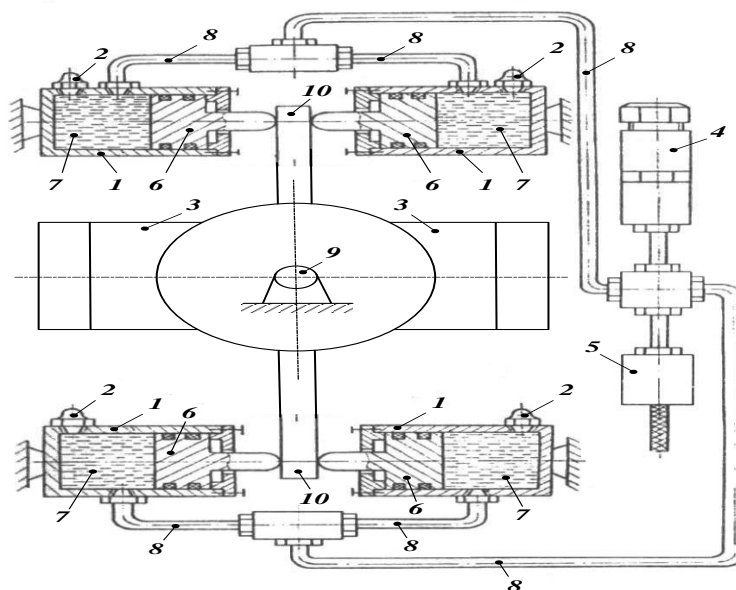


Рис. 1. Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания (патент № 10355; 21037):

1 – гидравлические цилиндры; 2 – перепускные клапаны; 3 – блок – картера; 4 – обратный клапан; 5 – датчик давления; 6 – шток – поршни; 7 – рабочее тело в виде жидкости; 8 – трубопроводы; 9 – опора; 10 – рычаги

Схема-измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания состоит из гидравлического цилиндра 1, перепускного клапана 2, блок – картера 3, обратного клапана 4, шток – поршня 6, рабочее тело в виде жидкости 7, трубопроводы 8, датчик давления 5.

Рассмотрим работу измерителя крутящего момента двигателя внутреннего сгорания. При запуске двигателя внутреннего сгорания происходит включение измерителя крутящего момента, который работает от бортовой электросети колесной машины.

На всех этапах работы двигателя внутреннего сгорания бортовой компьютер трактора постоянно считывает и запоминает значения информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, в котором имеются датчик давления и значения информационных сигналов от датчиков угловой скорости коленчатого вала двигателя и ведомого диска сцепления. При включении передачи крутящий момент непосредственно передается трансмиссии, за счет этого двигатель внутреннего сгорания стремится повернуться на определенный угол относительно коробки передач, закрепленной неподвижно на раме. Рычаги 10 и блок – картер двигателя внутреннего сгорания представляют собой совместный элемент, и передают усилия на шток – поршни 6 двух гидроцилиндров 1. Замеры крутящего момента двигателя внутреннего сгорания происходят путем регистрации реактивного момента, воздействующего на блок – картер 3. Реактивный момент, возникающий на блок-картере двигателя внутреннего сгорания, через рычаги 10 воспринимается двумя гидравлическими цилиндрами 1, закрепленными неподвижно относительно рамы и гидравлически связанными между собой датчиком давления. Избыточное давление рабочего тела в виде жидкости 7 с помощью датчика давления 5 преобразуется в информационный сигнал.

При полном включении сцепления разность значений информационных сигналов от датчиков угловой скорости коленчатого вала двигателя и ведомого диска сцепления, взятых по модулю, равна нулю. Если это условие выполняется тогда работа трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления отсутствует.

После каждого включения и выключения, значения, которые получили при работе трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления прибавляются к сумме предыдущей полученной при включениях и выключениях сцепления.

Окончательная сумма значений работы трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления делится на наперед заданное числовое значение работы трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления, это число будет соответствовать предельно допустимому износу его фрикционных накладок, в конечном итоге это соотношение умножают на 100 %. Так определяют процент износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления.

Все это можно записать следующим образом:

$$L = \int_0^t M_k \left| (\omega_{дв} - \omega_{сц}) \right| dt ; \quad (4)$$

$$\Delta = \frac{\sum_{p=1}^n L_p}{L_0} \cdot 100\% , \quad (5)$$

где L – текущее значение работы трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления; t – время трения фрикционных накладок ведомого диска сцепления; M_k – крутящий момент двигателя внутреннего сгорания; $\omega_{дв}$, $\omega_{сц}$ – текущие угловые скорости коленчатого вала двигателя и ведомого диска сцепления соответственно; Δ – степень износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления; $p = 1, 2, \dots, n, n$ – количество включений и выключений сцепления; L_0 – числовое значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных накладок ведомого диска сцепления (определяется экспериментально).

Износ фрикционных накладок ведомого диска сцепления зависит линейно от работы трения. Из выражения (5) видно, что после каждого включения и выключения можно определить степень износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления.

На ОАО «Минский тракторный завод» разработана и внедрена, в результате проведенных исследований, программа и методика испытаний «Бортовое диагностирование степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных накладок ведомого диска муфты сцепления тракторов «БЕЛАРУС» (рег. №=16299/Б от 10.09.2014г.).

Настоящая программа и методика испытаний устанавливает объем и метод бортового диагностирования технического состояния ведомого диска сцепления колесных тракторов «Беларус» в части оценки степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных накладок, используя при этом работу трения как интегральный показатель.

Диагностирование температурного режима сцепления начинается с проверки выражения

$$T_{сц} = T_{сц.ном} , \quad (6)$$

где $T_{сц}$ – текущее значение информационного сигнала температурного режима сцепления;

$T_{сц.ном}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальному температурному режиму сцепления.

Если выражение (3.13) не выполняется, то проводится локализация неисправности, предусматривающая следующую проверку, выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Перегрев сцепления».

$$T_{сц} > T_{сц.ном} , \quad (7)$$

Заключение

Разработаны методы бортового диагностирования технического состояния сцепления. Представленный метод диагностирования, защищенный при участии автора двумя патентами на изобретение, основан на непосредственном измерении толщины накладок при частичной разборке узла, что позволяет оперативно, в реальных условиях эксплуатации колесного трактора, определять остаточный ресурс фрикционных накладок. Это позволит прогнозировать время замены фрикционных накладок, что скажется на техническом обслуживании, который необходим по фактической потребности.

Это приведет, с одной стороны, к возможности эксплуатации технически неисправного колесного трактора, а с другой, необоснованные материальные и трудовые затраты при его преждевременном обслуживании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства диагностирования : справочник / В. В. Ключев [и др.]; под общ.ред. В. В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.
2. Каба, И. В. Диагностика авиационных газотурбинных двигателей / И. В. Каба. – М.: Транспорт, 1980. – 247 с.
3. Волков, А. А. О методах идентификации и диагностики в сложных системах / А. А. Волков, Л. Н. Дроботенко // Вопросы технической диагностики. – 2013. – № 10. – С. 155–156.
4. Павлов, Б. В. Кибернетические методы технического диагноза / Б. В. Павлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 151 с.
5. Мороз, С. М. Математическая модель объекта бортового контроля и диагностики автомобилей / С. М. Мороз. – Тр. МАДИ, 1976. – Вып. 115. – С. 79–81.
6. Карпиевич, Ю. Д. Теоретические основы создания систем бортового диагностирования тормозов автомобилей: дис...д-ра техн. наук / Ю. Д. Карпиевич. – Минск, 2004. – 310 л.
7. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда / Р. В. Ротенберг [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.
8. Карпиевич, Ю. Д. Микропроцессорная система бортового диагностирования степени износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления / Ю. Д. Карпиевич // Вестник БНТУ. – 2007. – № 6. – С. 76–78.
9. Работа трения как интегральный показатель степени износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления колесных и гусеничных машин / Ю. Д. Карпиевич [и др.] // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: БГАТУ, 2013. – Ч. 2. – С. 125–128.
10. Устройство прогнозирования степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных накладок ведомого диска сцепления колесных и гусеничных машин: пат. 10355Респ. Беларусь: МПК В 60 Т 17/22/ G 01 М 17/00 / Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев, Ю. М. Жуковский, И. И. Бондаренко; дата публ.: 30.10.2014.
11. Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания колесной и гусеничной машины и способ определения процента износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления колесных и гусеничных машин: пат. 21037Респ. Беларусь: МПК В 60 Т 17/22/ F 16 D 66/02/ Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев, Ю. М. Жуковский, И. И. Бондаренко; дата публ.: 26.01.2017.
12. Лукин, П. П. Конструирование и расчет автомобиля: учебник для студентов по специальности «Автомобили и тракторы» / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
13. Сцепление транспортных и тяговых машин / И. Б. Барский, С. Г. Борисов, В. А. Галягин; под общ.ред. Ф. Р. Геккера. – М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 633.63:628.1

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОГО РЕЖИМА, ВЛАГО- И ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С. В. НАБЗДОРОВ

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

(Поступила в редакцию 07.09.2020)

Исследована зависимость водопотребления сахарной свеклы от уровня питания (NPK), влагообеспеченности вегетационного периода и полученного урожая. Анализируются результаты опытов разных авторов и выполнена оценка возможности учета связи водопотребления сахарной свеклы с уровнем питания и влагообеспеченностью вегетационного периода при расчете водного баланса почвы. Рассмотрена связь потребления влаги сельскохозяйственным полем с выбранным метеорологическим фактором. В качестве такого фактора, управляющего процессом водопотребления, предложено использовать максимальную за сутки температуру воздуха, поскольку именно этот метеопараметр не только достаточно точно отражает влияние испаряющей способности приземного слоя атмосферы на растения, но и наиболее легко контролируется в производственных условиях. Для функционального обобщения исследуемой зависимости введено понятие «условно нулевой урожай культуры». Подтверждено, что при условно нулевом урожае суммарное испарение поля не равно нулю, а имеет вполне реальное значение, существенно большее нуля. В статье показано, что алгоритм водобалансового расчета, основанный на связи водопотребления сахарной свеклы с максимальной температурой воздуха с использованием коэффициентов увлажнения почвы и установленных опытным путем биотермических коэффициентов автоматически исключают зависимость результатов расчета от применяемых режимов орошения. Кроме того, доказано, что влияние уровня питания и урожая на величину биотермических коэффициентов для сахарной свеклы также незначительно. Сделанные выводы в статье позволяют рекомендовать полученные опытным путем биотермические коэффициенты для расчета как проектного, так и эксплуатационного режимов орошения сахарной свеклы, возделываемой на суглинистых почвах в восточной части Республики Беларусь с применением любого способа регулирования влагообеспеченности культуры (дождевание, капельный полив). С использованием биотермических коэффициентов исследована структура связи сезонного водопотребления сахарной свеклы с уровнем питания и урожайностью.

Ключевые слова: водопотребление, NPK, урожайность сахарной свеклы, биотермические коэффициенты, максимальная температура воздуха.

We have examined the dependence of water consumption of sugar beet on the level of nutrition (NPK), moisture supply during the growing season and the obtained yield. We have analyzed results of experiments by different authors and estimated the possibility of taking into account the relationship between water consumption of sugar beet and the level of nutrition and moisture supply during the growing season when calculating the water balance of the soil. The relationship between moisture consumption by an agricultural field and the selected meteorological factor is considered. As such a factor controlling the water consumption process, it was proposed to use the maximum air temperature per day, since it is this meteorological parameter that not only accurately reflects the effect of evaporating capacity of the surface layer of the atmosphere on plants, but is also most easily controlled under industrial conditions. For the functional generalization of the studied dependence, the concept of «conditionally zero crop yield» is introduced. It has been confirmed that with a conditionally zero yield, the total evaporation of the field is not zero, but has a very real value, significantly greater than zero. The article shows that the water balance calculation algorithm, based on the relationship between the water consumption of sugar beet and the maximum air temperature using soil moisture coefficients and empirically established biothermal coefficients, automatically excludes the dependence of calculation results on the applied irrigation regimes. In addition, it has been proven that the influence of nutrition level and yield on the value of biothermal coefficients for sugar beet is also insignificant. The conclusions made in the article allow us to recommend empirically obtained biothermal coefficients for calculating both the design and operational modes of irrigation of sugar beets cultivated on loamy soils in the eastern part of the Republic of Belarus using any method of regulating moisture supply of the crop (sprinkling, drip irrigation). With the use of biothermal coefficients, we examined the structure of relationship between the seasonal water consumption of sugar beet and the level of nutrition and yield.

Key words: water consumption, NPK, sugar beet yield, biothermal coefficients, maximum air temperature.

Введение

Известно, что при управлении орошением сельскохозяйственных культур с использованием результатов расчета водного баланса почвы наиболее сложно определить водопотребление, или так называемое суммарное испарение (эвапотранспирацию) растений, поскольку потребление влаги сельскохозяйственным полем определяется урожайностью, которая в свою очередь зависит от плодородия почвы, уровня агротехники, увлажненности и теплоэнергетических ресурсов приземного слоя

атмосферы. Наличие взаимосвязи названных факторов с водопотреблением растений установлено достаточно давно и впервые в СССР обобщено в капитальном труде классика советской мелиоративной науки А. Н. Костякова, последнее шестое издание которого вышло в 1960 году [1]. Многочисленные результаты подобных исследований, выполненных в условиях неустойчивого и избыточного естественного увлажнения, публиковались во многих научных статьях и монографиях А. М. Алпатьева, С. М. Алпатьева, Н. Н. Иванова, А. Р. Константинова, Е. А. Стельмаха, Н. В. Окулика, В. И. Ольгаренко, И. А. Шарова и других авторов [2–5]. Но в методиках расчета водного баланса орошаемого поля, используемых в Беларуси, до настоящего времени отсутствуют разъяснения по учету количественной связи водопотребления и урожайности, водопотребления и влаготеплообеспеченности вегетационного периода.

Наиболее достоверные данные, которые можно использовать для оценки количественной оценки связи водопотребления сельскохозяйственных культур с условиями их возделывания, можно получить только в процессе проведения полевых экспериментов. Однако для таких опытов требуются большие затраты труда и времени. В связи с этим при установлении режима орошения сельскохозяйственных культур, а также при проектировании оросительных систем и при их эксплуатации для расчета суточного, декадного, месячного и сезонного водопотребления на просторах бывшего СССР традиционно используются установленные по результатам полевых опытов биоклиматические или биотермические коэффициенты. С помощью биоклиматических коэффициентов водопотребление культур связывают с дефицитами влажности воздуха, а биотермические коэффициенты используются для установления связи водопотребления с текущими температурами воздуха (среднесуточными или максимальными за сутки). А при разработке соответствующих расчетных формул обычно ориентируются на некий заданный (плановый) урожай, получаемый при оптимальной влажности почвы, полагая, что можно ограничиться только связью водопотребления с одним из метеофакторов (дефицитом влажности воздуха, среднесуточными или максимальными за сутки температурами воздуха).

Основная часть

Проанализируем известные нам данные о сезонном водопотреблении сельскохозяйственных культур, полученные в Российской Федерации и в Беларуси. Рассмотрим, прежде всего, связь потребления влаги сельскохозяйственным полем с выбранным метеорологическим фактором. В качестве такого фактора, управляющего процессом водопотребления, нами предложено использовать максимальную за сутки температуру воздуха, поскольку именно этот метеопараметр не только достаточно точно отражает влияние испаряющей способности приземного слоя атмосферы на растения, но и наиболее легко контролируется в производственных условиях [6]. Биологические особенности и фазы развития культур учитываются в расчете при помощи соответствующих биотермических коэффициентов, определяющих связь между водопотреблением растений и максимальной температурой воздуха.

Суточное водопотребление сельскохозяйственного поля (орошаемой культуры) определяется по формуле [6, 7]:

$$E_{mi} = K_{ti} t_{m(cp),i}, \quad (1)$$

где E_{mi} – максимальное водопотребление орошаемой культуры, под которым понимается эвапотранспирация культуры за i -е (расчетные) сутки при оптимальном увлажнении почвы, мм; K_{ti} – биотермический коэффициент орошаемой культуры в i -е сутки, мм/град; $t_{m(cp),i}$ – осредненная за предыдущую декаду (относительно дате расчета) максимальная суточная температура воздуха, °С.

Биотермические коэффициенты в (1) отражают биологические особенности культуры в разные фазы ее развития и соответствуют приращению водопотребления в данных условиях при повышении максимальной за сутки температуры воздуха на один градус. А осреднение за предыдущую декаду (относительно даты расчета) максимальной суточной температуры воздуха призвано учесть инерционность в реакции растений на изменение внешних условий.

При расчете фактического суточного водопотребления для учета увлажненности корнеобитаемого слоя, характеризуемой почвенными влагозапасами, согласно ТКП [8], вводится коэффициент φ_i , зависящий от уровня увлажненности почвы по отношению к ее наименьшей влагоемкости:

$$E_i = \varphi_i E_{mi}. \quad (2)$$

Определять коэффициент увлажненности почвы (φ_i) в ТКП предложено по формуле А. П. Лихачевича:

$$\varphi_i = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{W_{HB}}{W_{HI}} - 1 \right)^2 \right], \quad (3)$$

где $W_{\text{НВ}}$ – влагозапасы расчетного слоя почвы при наименьшей влагоемкости, мм; $W_{\text{Нн}}$ – начальные влагозапасы при водобалансовом расчете в i -е сутки, мм.

В основу формулы (1) положена идея учета влияния теплообеспеченности вегетационного периода на водопотребление растений. А с помощью коэффициента увлажнения (3) можно учесть любые варианты увлажнения почвы, начиная от варианта без орошения и заканчивая вариантом с капельным поливом нормами, близкими к суточному водопотреблению орошаемой культуры. Следовательно, уже в самой методике заложена возможность учета влияния на водопотребление растений текущей влаготеплообеспеченности вегетационного периода.

Таким образом, в процессе расчета суточного водного баланса почвы сначала по максимальным температурам воздуха определяется максимальное водопотребление в i -е сутки при достаточном увлажнении корнеобитаемого слоя, а затем рассчитывается фактическое водопотребление (E_i), учитывающее с помощью коэффициента (3) увлажнение почвы в конкретные сутки. Суммируя суточную эвапотранспирацию за всю вегетацию, получают, соответственно, сезонное водопотребление культуры:

$$E = \sum_{i=1}^N E_i, \quad (4)$$

где E – суммарное водопотребление культуры за вегетационный период, мм; N – продолжительность вегетационного периода, сут.

Сравнивая формулы (1), (2) и (4) можем записать:

$$E = \varphi_{\text{ср.}} K_{t(\text{ср.})} \sum_{i=1}^N t_{mi}, \quad (5)$$

где $\varphi_{\text{ср.}}$ – осредненная за вегетацию величина коэффициента, учитывающего увлажненность почвы (зависит от режима орошения и колеблется в пределах 0,95–0,99); $K_{t(\text{ср.})}$ – осредненная за вегетацию величина биотермического коэффициента орошаемой культуры, мм/град; $\sum_{i=1}^N t_{mi}$ – сумма максимальных суточных температур воздуха за вегетационный период, °С.

Вместе с тем известно, что сезонное водопотребление культуры напрямую связано с ее урожайностью. Причем эта связь традиционно по предложению А. Н. Костякова в обобщенной форме представляется простейшей линейной функцией [1]:

$$E = K_{\text{В}} Y, \quad (6)$$

где E – водопотребление культуры за вегетационный период; $K_{\text{В}}$ – коэффициент водопотребления; Y – урожай культуры.

Эмпирическая зависимость (6) справедлива в узком диапазоне урожайностей, и не отвечает результатам полевых опытов, охватывающих широкий спектр условий возделывания культур. Поэтому для использования в водобалансовых расчетах предлагаются другие формулы, более точно аппроксимирующие опытные данные. Например, в статье В.И. Ольгаренко и др. [5 – рис. 1, с. 33] зависимость водопотребления моркови от урожая авторы предлагают представлять экспоненциальной функцией:

$$E = b_1 e^{b_2 Y}, \quad (7)$$

где b_1, b_2 – эмпирические коэффициенты.

Заметим, что с учетом известных свойств экспоненциальных зависимостей формулу (7) можем привести к виду:

$$E = E_{\text{min}} e^{b_2 Y}, \quad (8)$$

где E_{min} – водопотребление культуры при экстраполяции области снижения урожая до нулевого значения.

Согласно формуле В. И. Ольгаренко (7), водопотребление моркови при нулевом урожае не равно нулю, как в формуле А. Н. Костякова (6). Тот же вывод получен в Беларуси при анализе данных многолетних лизиметрических исследований Н. В. Окулика на Пружанском гидролого-гидрогеологическом стационаре Белорусского НИИ мелиорации и водного хозяйства, проведенных с озимой рожью и картофелем [3]. Эти опыты были направлены на оценку составных элементов водного баланса почвы, включая водопотребление культур при удовлетворительном водном режиме.

В монографии Н. В. Окулика отсутствуют результаты статистической обработки данных и не предложена какая-либо количественная связь водопотребления исследуемых культур с их урожайностями, а лишь на рисунках показаны опытные точки [3 – рис. 10 на с. 87, рис. 18 на с. 157]. Мы отсканировали указанные рисунки и провели обработку приведенных на них опытных точек с использова-

нием стандартной программы «Excel» [9]. Графики, предложенные программой «Excel», показывают, что для аппроксимации опытных точек одинаково успешно можно применить как линейную, так и параболическую функции (рис. 1).

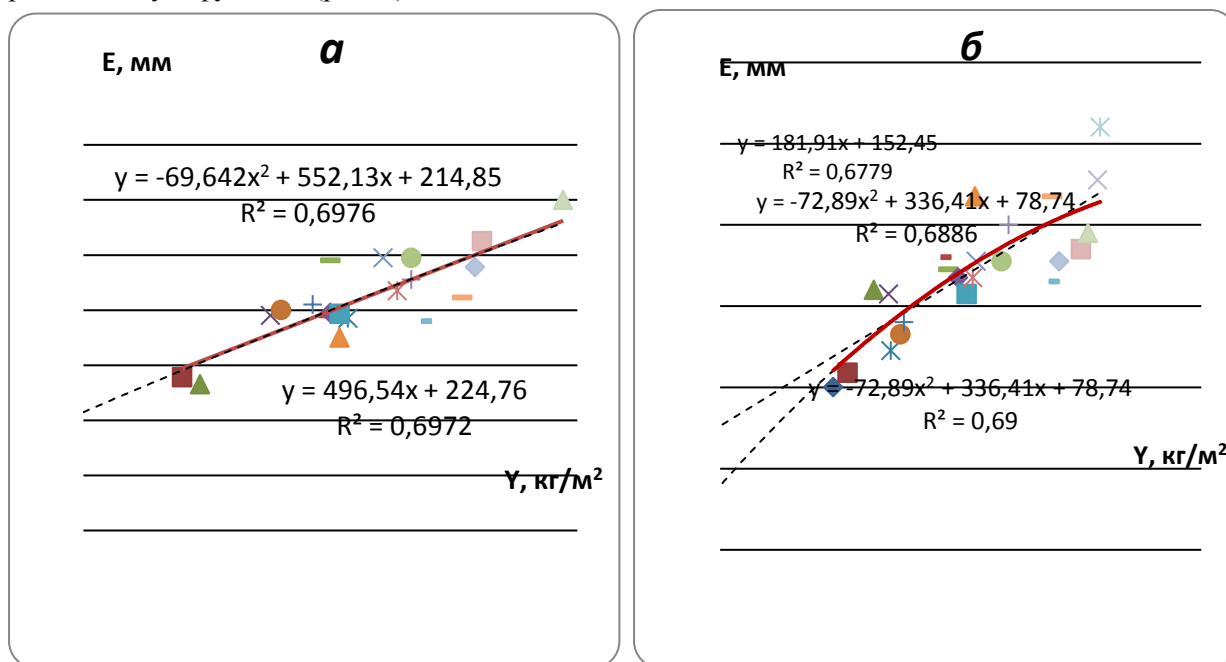


Рис. 1. Зависимость водопотребления озимой ржи (а) и картофеля (б) от урожайности по данным Н. В. Окулика [3]

Данные Пружанского гидролого-гидрогеологического стационара получены в лизиметрических опытах при удовлетворительном водном режиме (на осушенном болоте) и не могут характеризовать все условия. Поэтому для уточнения формы зависимости водопотребления от урожая дополнительно используем результаты проведенных нами в 2017–2019 годы полевых опытов с орошением сахарной свеклы на участке «Тушково-1» Горецкого района Могилевской области Беларуси.

В таблице представлена часть схемы наших опытов с вариантами запланированных режимов орошения и удобрений, по данным которых можно в полной мере проанализировать зависимость водопотребления сахарной свеклы от условий опыта.

Показатели водопотребления сахарной свеклы при разных вариантах удобрения и режима орошения

Год	Варианты	Удобрительный фон	NPK, кг д.в./га	Урожай (Y), т/га	Водопотребление (E), мм	E _м , мм	Ф _{ср}	E _{ср} , мм/га	ΣT _м , °С	Ф _{ср} K _{в(ср)} , мм/°С	K _{в(ср)} , мм/°С	K _в =E/Y, м³/т
2017	Без орошения	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	330	54,7	322,3	348,5	0,925	3223	3040	0,106	0,115	58,9
	Поливы при 0,6 НВ	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	330	72,1	340,9	348,5	0,978	3409	3040	0,112	0,115	47,3
	Поливы при 0,7 НВ	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	330	105,2	336,7	348,5	0,966	3367	3040	0,111	0,115	32,0
	Поливы при 0,8 НВ	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	330	98,7	344,6	348,5	0,989	3446	3040	0,113	0,115	34,9
2018	Без орошения	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₅₀	310	58,0	345,4	375,9	0,919	3454	3288	0,105	0,114	59,6
	Поливы при 0,6 НВ	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₅₀	310	73,8	363,2	375,9	0,966	3632	3288	0,110	0,114	49,2
	Поливы при 0,7 НВ	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₅₀	310	92,7	365,3	375,9	0,972	3653	3288	0,111	0,114	39,4
	Поливы при 0,8 НВ	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₅₀	310	87,4	372,5	375,9	0,991	3725	3288	0,113	0,114	42,6
2019	Без орошения	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	450	71,8	346,0	373,3	0,927	3460	3325	0,104	0,112	48,2
	Поливы при 0,6 НВ	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	450	80,2	352,1	373,3	0,943	3521	3325	0,106	0,112	43,9
	Поливы при 0,7 НВ	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	450	109,8	358,5	373,3	0,960	3585	3325	0,108	0,112	32,7
	Поливы при 0,8 НВ	N ₉₀ P ₁₀₀ K ₂₆₀	450	96,1	361,2	373,3	0,968	3612	3325	0,109	0,112	37,6

Все показатели, приведенные в таблице, получены с использованием стандартных методик. Значения сезонного водопотребления (E) рассчитывались по зависимостям (1)-(5). Среднегодовой коэф-

фициент увлажнения почвы (ϕ) определялся как отношение фактической сезонной эвапотранспирации сахарной свеклы (E) на каждом варианте опыта к максимальному сезонному водопотреблению (E_m), не зависящему от условий увлажнения. Точность расчета контролировалась регулярными (не реже раза в декаду) замерами влажности в корнеобитаемом слое почвы термостатно-весовым способом по вариантам опыта непосредственно в полевых условиях. Ошибка водобалансового расчета определялась по формуле:

$$\delta_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^Z (W_{i \text{ рас.}} - W_{i \text{ изм.}})^2}{Z-1}}, \quad (9)$$

где δ_w – среднеквадратическая ошибка, характеризующая точность водобалансового расчета, мм; Z – количество замеров почвенной влажности в i -е сутки, которое равнялось количеству используемых в формуле (9) рассчитанных в те же сутки влагозапасов, шт.; $W_{i \text{ изм.}}$ – влагозапасы в корнеобитаемом слое почвы, установленные термостатно-весовым способом в i -е сутки, мм; $W_{i \text{ рас.}}$ – влагозапасы в корнеобитаемом слое, полученные при водобалансовом расчете в те же сутки, мм.

Отметим, что вычисленное по формуле (9) суммарное за три года (2017–2019) среднеквадратическое отклонение рассчитанных почвенных влагозапасов от замеренных в поле составило 6,6 мм. При наименьшей влагоемкости в корнеобитаемом слое в 2017 году 124,5 мм, в 2018–132,9 мм и в 2019 году – 120,8 мм это отклонение соответствует приблизительно 6 % от уровня фактического увлажнения почвы по вариантам опыта, подтверждая достаточно высокую точность совпадения вычисленных влагозапасов с измеренными. Примерно с такой же ошибкой получены и показатели водопотребления сахарной свеклы при разных вариантах удобрения и режима орошения (табл. 1). Заметим, что в подобных водобалансовых расчетах допустимой является ошибка до 10–15 % [10].

Выше отмечено, что эмпирические формулы, соответствующие данным полевых исследований Н. В. Окулика, Е. А. Стельмаха, В. И. Ольгаренко и др. (например, формула (7) и зависимости, приведенные на рис. 1), отличаются от формулы А. Н. Костякова тем, что при нулевом урожае водопотребление не равно нулю, а существенно больше. Для того чтобы обойти возникающее противоречие, мы вынуждены в качестве формального параметра при экстраполяции предлагаемых эмпирических зависимостей в область с очень низкими урожаями (близкими к нулю) ввести в анализ понятие «условно нулевой урожай». Например в формуле (8) – это E_{min} . Этот урожай мы назвали «условным нулевым», поскольку в результатах известных нам опытов нет урожая, равного или хотя бы близкого нулю. Данную величину (E_{min}) можно определить только путем экстраполяции функции, аппроксимирующей опытные точки, до нулевого урожая.

Отметим, что согласно данным полевых исследований Н. В. Окулика (рис. 1), для озимой ржи и картофеля криволинейность связи $E(Y)$ в условиях Беларуси выражена весьма слабо. На основании этого ранее нами был сделан предварительный вывод, что в границах урожайностей, полученных в многолетних экспериментах при удовлетворительном водном режиме, кривизной функции $E(Y)$ можно пренебречь, используя для количественной оценки линейную форму зависимости [9]:

$$E = E_{min} + k_B Y, \quad (10)$$

где E_{min} – водопотребление культуры при условно нулевом урожае (при $Y=0$); k_B – коэффициент наклона прямой, характеризующей рост водопотребления от условно нулевого до фактического урожая; Y – фактический урожай.

Аналогичным образом проанализируем данные таблицы. На рис. 2(а) показаны построенные по данным таблицы графики зависимости водопотребления сахарной свеклы, возделываемой на легкосуглинистых почвах в восточной части Беларуси, от урожая.

Полученные нами эмпирические зависимости водопотребления сахарной свеклы от урожайности существенно отличаются от графиков на рисунке 1, а именно:

- точки на рис. 2(а) нельзя аппроксимировать одной функцией, каждый год характеризуется своими параметрами зависимости;
- линейная форма связи $E(Y)$ для 2017 года имеет недопустимо низкий коэффициент детерминации;
- для всех лет наиболее приемлемой при аппроксимации опытных точек оказалась не линейная, а параболическая функция.

Представленные на рис. 1 прямые линии и параболические кривые при условно нулевом урожае для всех лет исследований сходятся в точках, существенно больших нуля. Заметим, что в этих точках водопотребление не зависит ни от плодородия почвы, ни от влаго- и теплообеспеченности года.

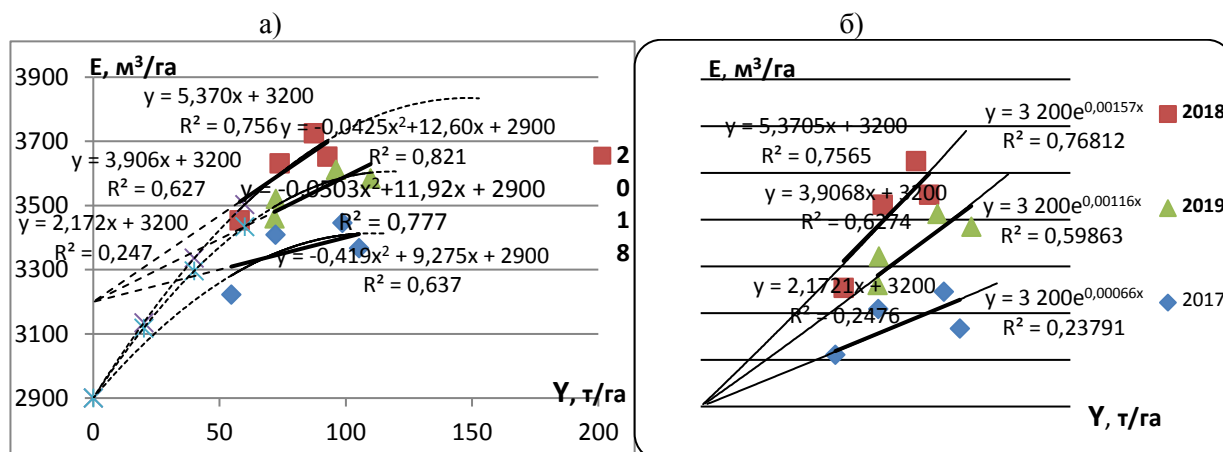


Рис. 2. Зависимости сезонного водопотребления сахарной свеклы от урожайности (а); аппроксимация опытных точек зависимости водопотребления сахарной свеклы от урожайности экспоненциальными функциями (б)

Преимуществом параболических функций, приведенных на рис. 2(а), является также то, что они имеют максимумы, которые в данных конкретных случаях соответствуют максимальным урожаям, соответствующим условиям конкретного года.

Оценим предложение российских ученых представлять зависимость водопотребления культуры от ее урожая с помощью экспоненты [5]. На рис. 2(б) показаны результаты подобной аппроксимации данных таблицы с использованием экспоненциальной зависимости. Как видим, в пределах опытных точек программа «Excel» дает координаты экспоненты почти совпадающие с линейными функциями, показанными здесь жирными прямыми. Причем они совпадают как по графике, так и по показателям тесноты связи (см. рис. 2).

Сравнение графиков, представленных на рис. 2, показывает, что по форме как линейную, так и экспоненциальную функции можно использовать в расчетах только в ограниченном диапазоне урожайностей, поскольку очевидно, что водопотребление культуры при росте урожайности не может возрастать до бесконечности. Априори понятно, что существует какой-то предел росту водопотребления культуры при росте ее урожайности. Поэтому очевидно, что намного точнее зависимость водопотребления от урожайности представляется параболой.

При разработке проектного режима орошения биоклиматические и биотермические коэффициенты определяются, как правило, применительно к проектному урожаю, полученному при фиксированном уровне минерального питания. Нас же интересует вопрос, а как могут изменяться биотермические коэффициенты при изменении режима орошения и доз NPK. На рис. 3(а) показано влияние удобрений на биотермические коэффициенты, учитывающие режим орошения ($\Phi_{ср. K_{(ср.)}}$).

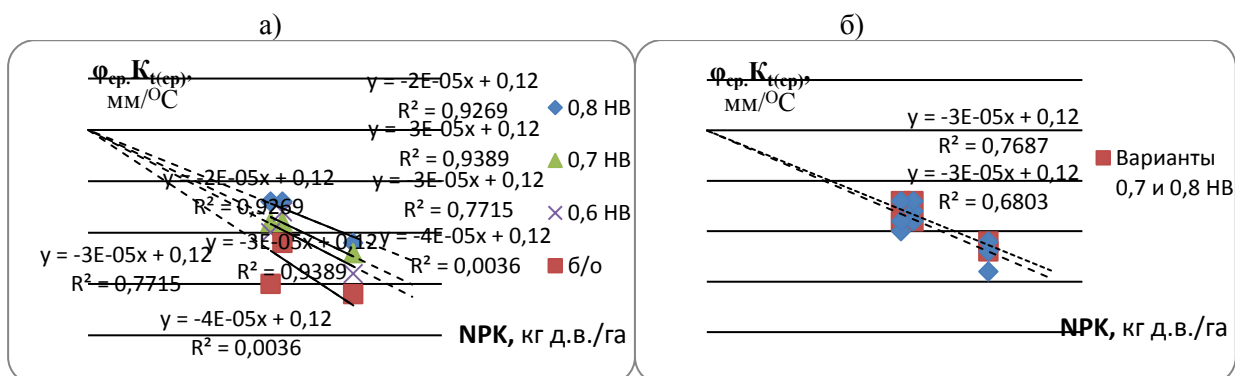


Рис. 3. Зависимость средних за год биотермических коэффициентов сахарной свеклы от доз вносимых удобрений на разных вариантах режима орошения (а); зависимость средних за год биотермических коэффициентов, сахарной свеклы от доз NPK на разных вариантах орошения (б)

Как видим, биотермические коэффициенты, полученные на разных вариантах режима орошения, несколько возрастают по величине с ростом влагообеспеченности сахарной свеклы. При этом повы-

шается теснота связи этих коэффициентов с дозами NPK. Но диапазон их изменения при дозах NPK от 300 до 550 кг д. в./га ограничен на вариантах с орошением весьма небольшими пределами – от 0,105 до 0,113 мм/°С.

Дополнительный анализ графиков, относящихся только к орошаемым вариантам, показывает, что зависимость среднегодовых биотермических коэффициентов сахарной свеклы от доз NPK можно представить одной наклонной прямой, пересекающей ось ординат в точке 0,12 мм/°С (рис. 3(б)).

Более того зависимость водопотребления сахарной свеклы от доз NPK вообще можно пренебречь, сохранив допустимую погрешность результатов водобалансовых расчетов, поскольку аппроксимирующая линейная функция имеет очень небольшой коэффициент наклона (-3E-05х).

Как показывают данные таблицы, проиллюстрированные на рис. 4(а), еще меньший (примерно в 1,5–2,0 раза) коэффициент наклона (-1,72E-05х) аппроксимирующей линейной функции имеет график зависимости биотермических коэффициентов, осредненных за год для всех вариантов опыта, включая варианты с орошением и без него.

Таким образом, согласно данным наших полевых исследований можно утверждать, что при проведении водобалансового расчета зависимостью биотермических коэффициентов сахарной свеклы от доз вносимых удобрений и от полученного урожая можно пренебречь, сохранив достаточную точность выполняемых вычислений. Полученные по данным опыта зависимости скорее отражают тенденцию влияния доз NPK на водопотребление сахарной свеклы, не сказываясь существенно на точности посуточного расчета водного баланса почвы.

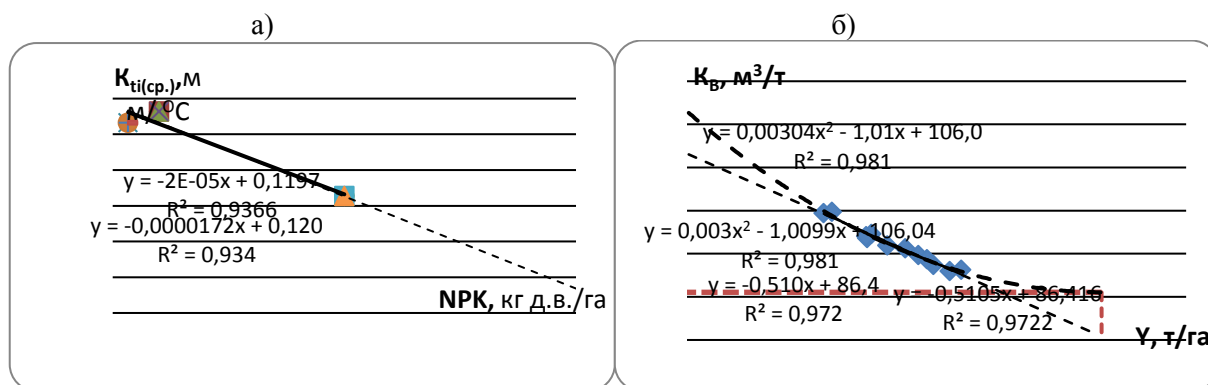


Рис. 4. Зависимость средних за год биотермических коэффициентов от доз вносимых удобрений по данным 3-х летних полевых опытов (а); зависимость коэффициентов водопотребления сахарной свеклы от урожайности культуры (б)

В заключение анализа взаимосвязи показателей, влияющих на водопотребление сельскохозяйственных культур, на примере сахарной свеклы, проиллюстрируем на рис. 4(б) изменение удельного расхода воды на единицу получаемой растениеводческой продукции при росте урожая. Согласно А. Н. Костякову [1]:

$$K_B = E / Y, \quad (11)$$

где K_B – коэффициент водопотребления культуры (потребление воды на единицу урожая), м³/т; E – водопотребление культуры за вегетационный период, м³/га; Y – урожай культуры, т/га.

Опытные точки на рис. 4(б) с применением стандартной программы «Excel» можно достаточно точно аппроксимировать либо прямой, либо параболической функциями. Но точнее соотносится с результатами опыта именно параболическая зависимость, указывая на существование минимума водопотребления при максимально возможном урожае. Координаты этого минимума можно получить из уравнения параболической функции, приведенной в верхней части рис. 4(б). Для этого согласно правилам математического анализа решим дифференциальное уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = 2 \cdot 0,00304 - 1,01x = 0.$$

Следовательно:

$$Y_{max} = x = 1,01 / (2 \cdot 0,00304) \approx 166 \text{ т/га.}$$

При этом в соответствии с уравнением параболы, приведенном на рис. 4(а), получим:

$$K_{Bmin} = 0,003042 \cdot 166^2 - 1,01 \cdot 166 + 106,0 \approx 22 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Координаты минимума водопотребления показаны точкой пересечения двух взаимно перпендикулярных штриховых линий (рис. 4(б)). Как видим, при потенциально возможной урожайности сахарной свеклы, равной в условиях опыта приблизительно 166 т/га, на одну тонну урожая будет расходовано всего около 22 м³ воды. В то же время, согласно этому же рисунку, при урожае свеклы 55 т/га на одну тонну продукции расходуется 60 м³ воды, т. е. в 2,7 раза больше.

Заметим, что опытные точки на рис. 4(б) распределены по вертикальной оси координат в диапазоне от 32 до 60 м³/т, а по горизонтальной оси в диапазоне от 55 до 110 т/га. Применяв экстраполяцию, можем расширить диапазон урожайностей сахарной свеклы, например, до полученного максимума, т.е. до 166 т/га, охватив достаточно большой спектр условий возделывания.

При таком диапазоне колебаний доз NPK (от 300 до 600 кг д. в./га) и урожаев сахарной свеклы (от 55 до 166 т/га), как показывают полученные в опытах данные, осредненные за год биотермические коэффициенты различаются весьма незначительно, изменяясь в диапазоне 0,110–0,115 мм/°C (рис. 4(а)). Тем самым подтверждается наш вывод не только об отсутствии зависимости биотермических коэффициентов от режимов орошения, но и незначительном влиянии на них условий питания и урожая.

Заключение

До настоящего времени при расчете водного баланса орошаемого поля водопотребление возделываемой культуры связывалось только с тем режимом орошения, при котором в опытах получен максимальный урожай. Считалось, что для условий, не совпадающих с условиями опыта, требуются новые исследования, на основе которых должны разрабатываться новые рекомендации. Это существенно ограничивало область внедрения предлагаемых режимов орошения. Нами показано, что алгоритм водобалансового расчета, основанный на связи водопотребления сахарной свеклы с максимальной температурой воздуха с использованием коэффициентов увлажнения почвы и установленных опытным путем биотермических коэффициентов, автоматически исключает зависимость результатов расчета от применяемых режимов орошения. Кроме того доказано, что влияние уровня питания и урожая на величину биотермических коэффициентов для сахарной свеклы также незначительно. Сделанные выводы позволяют рекомендовать полученные нами опытным путем биотермические коэффициенты для расчета как проектного, так и эксплуатационного режимов орошения сахарной свеклы, возделываемой на суглинистых почвах в восточной части Республики Беларусь с применением любого способа регулирования влагообеспеченности культуры (дождевание, капельный полив). Для распространения данного вывода на другие регионы требуются дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костяков, А. Н. Основы мелиораций / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 622 с.
2. Стельмах Е. А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур на юге Нечерноземной зоны РСФСР / Е. А. Стельмах. – М.: Россельхозиздат. – 1987. – 112 с.
3. Окулик, Н. В. Водный режим и продуктивность почв / Н. В. Окулик. – Минск: Ураджай, 1989. – 191 с.
4. Лихацевич, А. П. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского районов Российской Федерации) / А. П. Лихацевич, Е. А. Стельмах. – Минск: ООО «Полирек», 2002. – 212 с.
5. Нормирование водопотребления сельскохозяйственных культур с учетом изменчивости гидрометеорологических условий / В. И. Ольгаренко [и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – № 2(30). – 2018. – С. 22–40.
6. Усовершенствованный алгоритм управления орошением в производственных условиях / А. П. Лихацевич [и др.] // Мелиорация: современные методики, инновации и опыт практического применения. Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: Беларуская навука. – 2017. – С. 30–40.
7. Рекомендации по управлению дождеванием в производственных условиях / А. С. Анженков [и др.]; РУП «Институт мелиорации. – Минск, 2020. – 40 с.
8. Оросительные системы. Правила проектирования: ТКП/ПР 45-3.04.2009 (02250). – Введ. 29.12.2009. – Минск, 2010. – 74 с.
9. Лихацевич, А. П. Зависимость водопотребления сельскохозяйственных культур от урожайности / А. П. Лихацевич, А. П. Латушкина, С. В. Набздоров // Мелиорация. – 2018. – № 3(85). – С. 17–23.
10. Прошляков, И. В. Испарение / И. В. Прошляков // Мелиоративная энциклопедия. М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2003. – Т. 1 (А-К). – С. 577.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ О СОДЕРЖАНИИ КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ГОРКИ

Т. Н. МЫСЛЫВА, О. Н. ЛЕВШУК

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com, levshuk-2011@mail.ru

(Поступила в редакцию 14.10.2020)

Оценка характера пространственного распределения тяжелых металлов в почвах представляет собой актуальную научную задачу, поскольку именно загрязненная почва становится вторичным источником поступления лютеантов в фитомассу растений. На основании собственных экспериментальных исследований выполнен анализ пространственного распределения кислоторастворимых форм меди, цинка, свинца и кадмия в урбанизированных почвах в пределах территории с индивидуальной жилой застройкой г. Горки (Могилевская область, Республика Беларусь) с использованием функциональных возможностей модуля Spatial Analyst программного продукта ArcGIS. Посредством применения методов геостатистического анализа с помощью алгоритма k-средних было установлено наличие 3 кластерных групп данных, характеризующих уровень загрязнения территории по комплексу показателей – содержанию в почве кислоторастворимых Cu, Zn, Pb, Cd. Определено, что наиболее сильно в урбанизированных почвах г. Горки варьирует содержание кислоторастворимых форм цинка ($v = 98,9\%$) и свинца ($v = 97,2\%$), что подтверждает техногенную природу происхождения этих лютеантов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, урбанизированные почвы, пространственное распределение, анализ.

Assessment of the nature of spatial distribution of heavy metals in soils is an urgent scientific problem, since it is the contaminated soil that becomes a secondary source of pollutants entering the phytomass of plants. On the basis of our own experimental studies, we analyzed the spatial distribution of acid-soluble forms of copper, zinc, lead and cadmium in urban soils within the territory with individual residential development in the city of Gorki (Mogilev region, Republic of Belarus) using the functionality of Spatial Analyst module of ArcGIS software product. By applying the methods of geostatistical analysis using the k-means algorithm, the presence of 3 cluster groups of data was established that characterize the level of contamination of the territory by a set of indicators – the content of acid-soluble Cu, Zn, Pb, Cd in the soil. It has been determined that the content of acid-soluble forms of zinc ($v = 98.9\%$) and lead ($v = 97.2\%$) varies most strongly in the urban soils of Gorki, which confirms the technogenic nature of the origin of these pollutants.

Key words: heavy metals, urban soils, spatial distribution, analysis.

Введение

Техногенное загрязнение вследствие воздействия промышленных эмиссий лютеантов, прежде всего тяжелых металлов, является одной из основных причин ухудшения качества почв и выращиваемой на них сельскохозяйственной продукции [1]. Почва является чувствительным индикатором эколого-геохимической обстановки в пределах агроэкосистем, поскольку в ней пересекаются пути миграции различных химических элементов, в частности тяжелых металлов [2]. Выявление характеристик пространственной структуры содержания кислоторастворимых форм тяжелых металлов может стать базовой основой для комплексной оценки уровня загрязнения почвенного покрова и разработки рациональной политики управления окружающей средой в условиях усиления антропогенного воздействия на биосферу. Исходя из этого, существует потребность в получении релевантной информации о пространственном поведении содержания тяжелых металлов как в пределах локальных территорий и административных районов, так и в пределах отдельных регионов и природно-территориальных комплексов. Однако подавляющее большинство исследований, выполненных как отечественными учеными, так и исследователями из ближнего и дальнего зарубежья, касается оценки уровня загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова в областных центрах и в городах с высокой степенью концентрации промышленного производства [3], в то время как исследований по оценке эколого-геохимического состояния агроселитебных ландшафтов малых городов, в частности в Могилевской области, проведено недостаточно.

Целью исследований стала идентификация кластеров высоких и низких значений содержания тяжелых металлов в пределах территории г. Горки для выполнения зонирования территории по уровню загрязнения.

Основная часть

Исследования выполнялись в 2017–2020 гг. на территории микрорайонов «Заречье», «Центр», «Слобода» и «Академия», а также садовых товариществ «Иваново», «Труд» и «Садовод», находящихся в пределах территории г. Горки Могилевской области (рис. 1).

Отбор образцов почвы проводился в соответствии с требованиями, указанными в ТКП 17.03–02–2013 «Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими вещества-

ми» [4]. Размер пробной площадки составлял 10×10 м, почва отбиралась методом «конверта» из слоя 0–20 см. Один репрезентативный почвенный образец формировался из 20 точечных проб.

Определение содержания тяжелых металлов – Cu, Zn, Pb и Cd выполнялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR S Series AA фирмы Thermo Scientific (США). Экстрагирование тяжелых металлов выполняли 1н H₂SO₄.

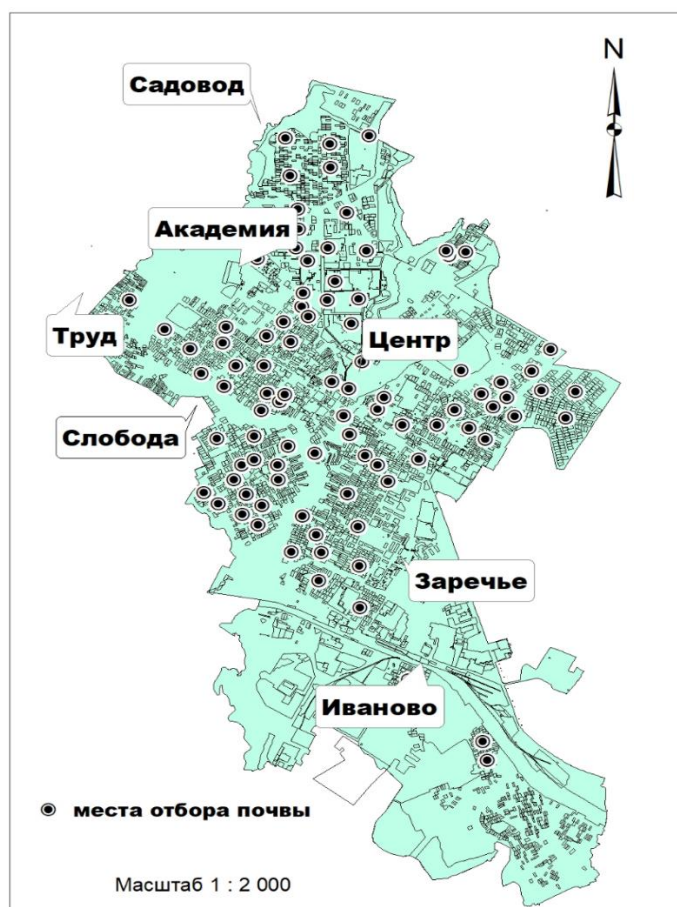


Рис. 1. Схема отбора репрезентативных образцов почвы на территории участков индивидуальной жилищной застройки в пределах г. Горки

Геопространственный анализ данных о содержании тяжелых металлов в урбаноземах выполнялся с помощью функциональных возможностей набора инструментов «Расчет кластеризации» модуля «Пространственная статистика» программного продукта ArcGIS версии 10.5. С помощью инструментов геопространственной статистики выполнялся анализ структурных закономерностей в распределении данных и анализ их кластеризации.

Использование методов геостатистического анализа позволяет идентифицировать неоднородности загрязнения тяжелыми металлами в пределах территории исследования по одному или нескольким параметрам. Анализ группирования – действенный инструмент изучения геопространственных данных, выполняющий процедуру классификации, целью которой является поиск естественных кластеров высоких и/или низких значений в массиве данных. Метод k-средних – наиболее популярный метод кластеризации, который был изобретён в 1950-х годах XX ст. математиком Гуго Штейнгаузом [5]. Действие алгоритма кластеризации таково, что он стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров (1):

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2, \quad (1)$$

где k – число кластеров; S_i – полученные кластеры; $i = 1, 2, \dots, k$; μ_i – центры масс всех векторов x из кластера S_i .

С его помощью геопространственные данные распределяются на заданное число групп, в которых все показатели наиболее схожи между собой, а сами группы максимально отличаются друг от друга

[6, 7]. Поиск оптимального числа групп выполнялся с помощью алгоритма k-средних в пределах выборки данных, сведения об основных статистических характеристиках которой представлены в табл. 1.

Таблица 1. Статистические характеристики выборки данных о содержании в почве кислоторастворимых форм тяжелых металлов, n=80

Название показателя	Значение показателя			Sd	Cv, %	Med	Экспесс	Асимметрия
	min	max	mid					
Медь, мг/кг	3,36	35,35	9,59	5,56	58,0	8,05	7,75	1,89
Цинк, мг/кг	15,07	325,1	86,07	83,45	98,9	52,8	4,21	1,54
Свинец, мг/кг	3,40	66,62	13,94	13,55	97,2	9,72	9,64	2,68
Кадмий, мг/кг	0,0001	0,57	0,20	0,13	65,0	0,17	3,28	0,78

Примечание: Sd – среднееквадратическое отклонение; Cv – коэффициент вариации; mid – среднее значение; Med – медиана.

Следует отметить, что распределение данных о содержании кислоторастворимых форм тяжелых металлов в почве не соответствует нормальному, а в выборке геопространственных данных присутствует значительное количество выбросов высоких и низких значений, свидетельствующие о перспективности идентификации участков с максимальным и минимальным уровнями загрязнения в пределах города. О фрагментарности и контрастности строения атмотехногенных ореолов рассеивания тяжелых металлов свидетельствует и величина коэффициента вариации их содержания в почве. Среди исследуемых тяжелых металлов наиболее сильно в урбаноземах г. Горки варьирует содержание кислоторастворимых форм цинка ($v = 98,9\%$) и свинца ($v = 97,2\%$), что подтверждает техногенную природу происхождения данных поллютантов. Медианное значение содержания в почве меди, свинца и цинка превышает значения ПДК в 2,7; 2,3 и 1,6 раза соответственно, тогда как медианное значение содержания кадмия составляет 0,34 ПДК.

Посредством выполнения анализа группирования было установлено наличие в пределах исследуемой территории г. Горки трех зон с определенным набором параметров. В данном случае под параметрами подразумевается содержание в почве кислоторастворимых форм тяжелых металлов, а под однородностью – наличие кластеров параметров с высокими либо низкими значениями (табл. 2).

Таблица 2. Значение R^2 для идентифицированных групп содержания тяжелых металлов в почве на территории г. Горки

Идентифицированная группа показателей	Наименование показателя			
	содержание кислоторастворимых форм, мг/кг			
	меди	цинка	свинца	кадмия
1	0,3722	0,4846	0,6032	0,3722
2	0,5451	0,4795	0,7635	0,5854
3	0,7789	0,9315	0,9159	0,8079
Общее значение	0,6189	0,4769	0,2319	0,5199

Величина R^2 свидетельствует о том, что доминирующим показателем при определении групп 1 и 2 выступает содержание кислоторастворимого свинца ($R^2 = 0,6032$ и $0,7635$ соответственно), а группы 3 – содержание кислоторастворимого цинка ($R^2 = 0,9315$).

Статистические характеристики идентифицированных групп геопространственных данных свидетельствуют о следующем (рис. 2). В группе 1, которая наиболее широко представлена в исследуемом массиве данных, значения всех показателей находятся на уровне ниже медианных значений. Данная группа отражает участки в пределах северной части микрорайона «Академия», в районе дендропарка и вдоль левого берега р. Поросица, а также в садовых товариществах «Садовод» и «Иваново». Участки, входящие в группу 2, сосредоточены преимущественно в микрорайоне «Слобода». Значения содержания в почве меди и цинка в данной группе находятся на уровне выше медианных значений, содержание свинца соответствует величине верхнего глобального квартиля, а кадмия – выходит за его пределы. В третьей группе представлены участки, сосредоточенные преимущественно в центре города, а также в микрорайонах «Академия» и «Заречье». Единичные участки, относящиеся к группе 3, присутствуют также в пределах микрорайона «Слобода» в районе улиц Сурганова и Пионерской. В данной группе среднее содержание свинца и цинка лежат за пределами глобального верхнего значения, а содержание меди – за пределами глобального верхнего квартиля. В группе 1 приоритетными загрязнителями почвы выступают свинец и цинк, а в группа 2 и 3 – свинец и кадмий.

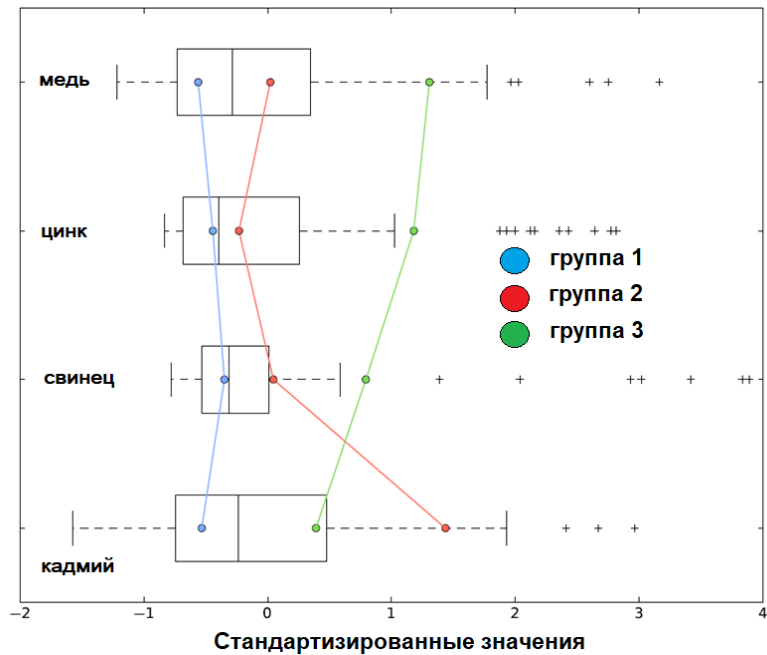


Рис. 2. Сводная статистическая характеристика идентифицированных групп данных о содержании тяжелых металлов

После установления наличия кластеризации высоких и низких значений исследуемых геопространственных данных о содержании в почве тяжелых металлов был выполнен ее анализ. Он дает возможность установить, где проходят наиболее четкие границы между контурами с высоким и низким содержанием того либо иного элемента в почве и есть ли в пределах исследуемой территории аномально высокие или аномально низкие значения показателей, которые можно отнести к пространственным выбросам. По результатам оценки величины локального индекса Морана, z-оценки и р-значения было установлено наличие пространственных выбросов высоких и низких значений для всех исследуемых показателей (рис. 3).

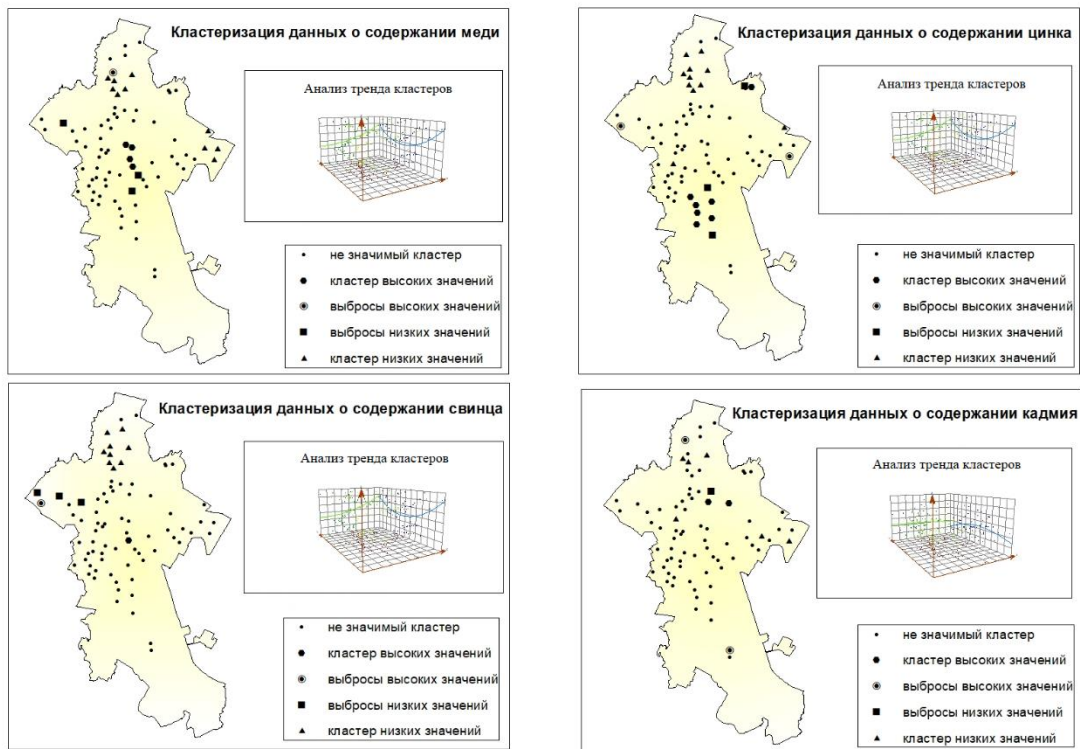


Рис. 3. Результаты анализа кластеризации данных о содержании тяжелых металлов

Для меди установлено наличие кластеров высоких значений в центре города, кластеров низких значений – в районе дендропарка и северной части микрорайона «Академия», в то время как в микрорайоне «Заречье» зафиксировано наличие выбросов низких значений содержания кислоторастворимой меди в почве. Кластеризацией высоких значений содержания цинка характеризуется территория микрорайона «Заречье», низких значений – северная часть микрорайона «Академия», в то время как для территории в районе дендропарка и садового товарищества «Труд» достоверно установлено наличие выбросов высоких значений содержания в почве цинка. Наличием кластеров низких значений содержания свинца и кадмия характеризуется северная часть микрорайона «Академия», а выбросы низких значений данных элементов зафиксированы на территории садового товарищества «Труд» и в районе левого берега р. Поросица.

Заключение

Результаты выполненных исследований дают основания для следующих выводов: 1) урбаноземы на территории города Горки загрязнены кислоторастворимыми формами Cu, Zn, Pb и характеризуются пестротой и контрастностью атмотехногенных ореолов рассеивания данных поллютантов; 2) посредством выполнения геостатистического анализа с использованием алгоритма k-средних установлено наличие 3 групп данных, характеризующих уровень загрязнения территории города по комплексу показателей; 3) приоритетными загрязнителями почв земельных участков, находящихся в пределах индивидуальной жилищной застройки и относящихся к группам 1 и 2, является свинец, к группе 3 – цинк.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мислива, Т. М. Свинець і кадмій у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2013. – Вип. 3 (25). – С. 43–50.
2. Мысльва, Т. Н. Тяжелые металлы в урбаноземмах парково-рекреационных ландшафтов г. Житомир / Т. Н. Мысльва // Агрохимия. – 2011. – №1. – С. 67–74.
3. Мысльва, Т. Н. Тяжелые металлы в агроселитебных ландшафтах г. Горки / Т. Н. Мысльва, О. Н. Левшук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 211–216.
4. Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами ТКП 17.13-02-2013 (02120) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vik.by>.
5. Steinhaus, H. Sur la division des corps materiels en parties / H. Steinhaus // Bulletin International de l'Academie Polonaise des Sciences. – 1956. – C1. III. – Vol IV. – P. 801–804.
6. Митчелл, Э. Руководство по ГИС-анализу. Часть 1. Пространственные модели и взаимосвязи / Э. Митчелл. – ESRI: 2000. – 170 с.
7. Mitchell, A. The ESRI Guide to GIS Analysis / A. Mitchell. – Esri Press, 2005. – Volume 2. – 252 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕСТРАНШЕЙНОЙ УКЛАДКИ ГИБКИХ ДРЕНАЖНЫХ И ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД

А. В. ПЕТРОЧЕНКО

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Киев, Украина, 03022, e-mail: a_petr89@ukr.net*

В. И. ПЕТРОЧЕНКО

*Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины,
г. Киев, Украина, 03022, e-mail: v_petr47@ukr.net*

(Поступила в редакцию 15.10.2020)

Воду без преувеличения можно назвать основой жизни на нашей планете. Наземные растения и живые организмы в среднем на 50–75 % состоят из воды. В сельском хозяйстве и экологии можно выделить две диаметрально противоположные проблемы, связанные с водой. Первая проблема – это дефицит воды в маловодных засушливых регионах, где проживает треть населения планеты. Вторая проблема – это постоянный или временный избыток воды в районах, где она оказывает вредное воздействие на жизнедеятельность людей в виде затопления и подтопления сельскохозяйственных земель и застроенных территорий, водной эрозии грунтов, разрушения зданий и сооружений.

В статье приведены результаты исследования процесса укладки бестраншейными мелиоративными машинами гибких трубчатых и рулонных материалов при строительстве дренажных и противодиффузионных сооружений защиты от вредного воздействия поверхностных и грунтовых вод. Приведены некоторые варианты конструктивных и технологических решений использования в гидромелиоративном строительстве бестраншейного способа укладки вертикальных противодиффузионных экранов из пленки. Выполнены исследования силы натяжения гибкого элемента при его прохождении через полости рабочих органов бестраншейных машин. Установлены условия прочности гибких трубчатых и рулонных материалов, укладываемых в грунт бестраншейным способом.

Ключевые слова: *вредное воздействие вод, дренажные и водозадерживающие сооружения, гибкий элемент, сила трения.*

Without exaggeration, water can be called the basis of life on our planet. Land plants and living organisms are, on average, 50–75 % water. In agriculture and ecology, two diametrically opposed water problems can be distinguished. The first problem is water scarcity in dry and arid regions, where one third of the world's population lives. The second problem is a permanent or temporary excess of water in areas where it has a harmful effect on people's livelihoods in the form of flooding and waterlogging of agricultural land and built-up areas, water erosion of soil, destruction of buildings and structures.

The article presents results of research into the process of laying flexible tubular and roll materials by trenchless reclamation machines during the construction of drainage and impervious structures to protect against the harmful effects of surface and groundwater. We have presented some variants of constructive and technological solutions for the use in irrigation and drainage construction of a trenchless method of laying vertical impervious screens made of film. We have studied the tensile force of a flexible element during its passage through the cavities of working bodies of trenchless machines. We have established the conditions of strength of flexible tubular and roll materials, laid in the ground by a trenchless method.

Key words: *harmful effects of water, drainage and water retention structures, flexible element, friction force.*

Введение

В работе [1] выделены две основные функционально отличающиеся альтернативы защиты объекта (территории, сооружения) от вредного воздействия вод. По первой альтернативе обеспечивают ускорение движения воды для своевременного ее отвода от объекта, на который она оказывает вредное воздействие. Этого достигают применением открытого и закрытого дренажа. По второй альтернативе обеспечивают замедление скорости и ограничение объема воды, движущейся к объекту, которому вода может оказывать вредное воздействие. Для этого применяют защитные водозадерживающие сооружения (плотины, дамбы, перемычки) с противодиффузионными экранами, завесами, диафрагмами. Учитывая то, что выполнение гидротехнических мероприятий защиты от вредного воздействия вод требует значительных инвестиций, их выбор необходимо осуществлять на основе функционально-стоимостного анализа, согласно которому предпочтение отдают варианту, обеспечивающему максимальный функциональный (защитный) эффект при минимальных затратах. Анализ различных вариантов гидротехнических мероприятий по первой и второй альтернативе защиты от вредного воздействия вод показывает, что среди прочих вариантов наиболее эффективным является вариант применения высокопроизводительного бестраншейного способа строительства как дренажных, так и водозадерживающих (противодиффузионных) защитных сооружений [2–4]. Однако высокая эффективность применения бестраншейного способа может быть достигнута только при условии качественного прохождения без разрывов и повреждений гибких дренажных и противодиффузионных материалов через поло-

сти рабочих органов бестраншейных машин. В связи с этим представляется весьма актуальным исследование ранее недостаточно изученного процесса укладки в грунт гибких дренажных и противοфильтрационных материалов бестраншейным способом.

Целью исследования является научно-методическое обоснование параметров процесса укладки гибких дренажных и противοфильтрационных материалов рабочими органами бестраншейных машин.

Основная часть

Изготовление гибких пластмассовых дренажных труб и полимерных гидротехнических пленок началось в 60-х годах прошлого столетия с развитием химической промышленности. Сразу же с появлением пластмассовых дренажных труб нашел применение бестраншейный способ строительства дренажа, отличающийся высокой производительностью [2]. Бестраншейный способ строительства водозадерживающих сооружений из полимерной пленки был предложен и впервые внедрен в практику гидротехнического строительства значительно позже [4, 5]. Было изготовлено два образца укладчика вертикальных пленочных экранов УВПЭ-1,5 (рис. 1а). Один укладчик использовался при строительстве противοфильтрационных завес на рисовых чеках в Одесской области (рис. 1б) [5], а второй при строительстве плотины в Черниговской области (рис. 1в) [6].

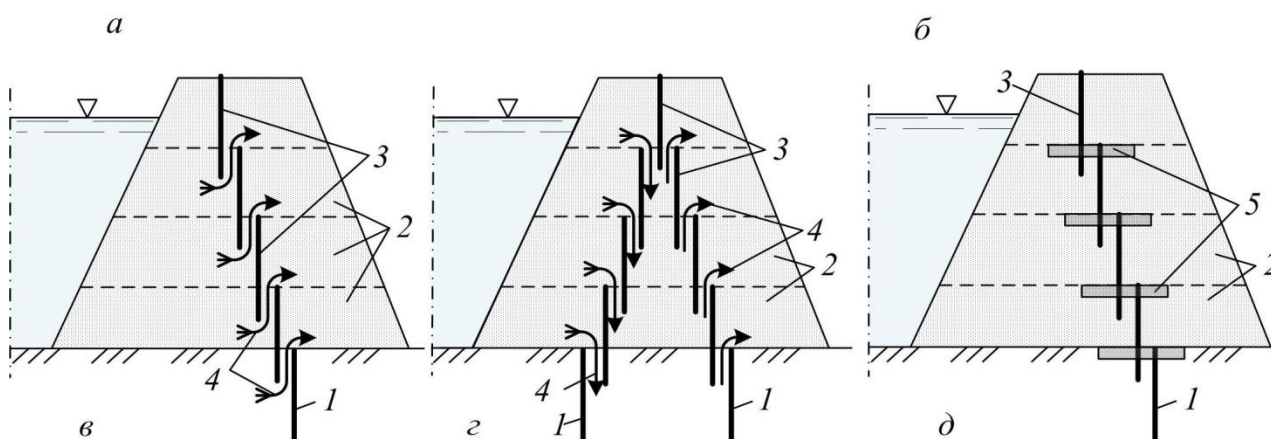
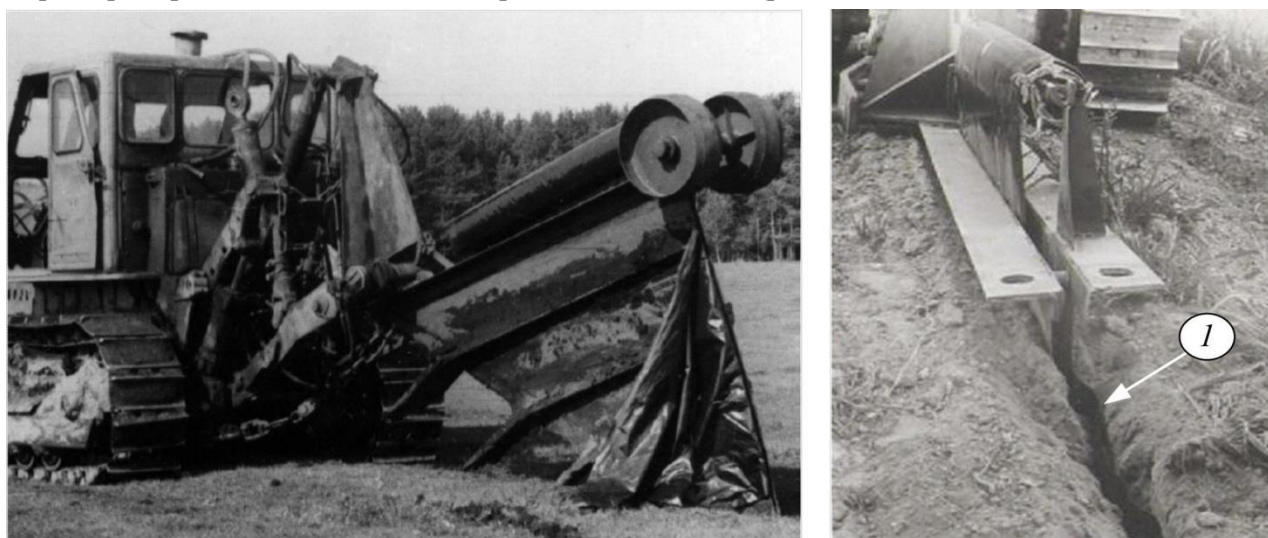


Рис. 1. Бестраншейный способ строительства водозадерживающих сооружений из полимерной пленки: а – укладчик вертикальных пленочных экранов УВПЭ-1,5 [4]; б – укладка противοфильтрационной завесы на дамбе обвалования рисового чека [5]; в – дамба с пленочной диафрагмой, построенная ярусным способом [6, 7]; г – дамба с противοфильтрационным ядром [8]; д – дамба с усовершенствованной пленочной диафрагмой [9]; 1 – противοфильтрационная завеса из пленки; 2 – ярус дамбы; 3 – вертикальный экран из пленки (секция диафрагмы); 4 – ограниченная фильтрация

Структурный анализ технологических циклов бестраншейной укладки в грунт гибких дренажных и противοфильтрационных материалов показал, что продолжительность времени установки на рабочий орган бестраншейной машины нового барабана (бухты) с дренажной трубой или нового рулона полимерной пленки, взамен израсходованного, существенно влияет на производительность процесса. Из этого следует, что барабаны с дренажной трубой или рулоны с пленкой необходимо устанавли-

вать на рабочие органы бестраншейных машин с применением быстро разъемных подшипников скольжения, выполненных в виде цапф, опирающихся на вилочные опоры.

Исследование процесса укладки в грунт гибких дренажных и противодиффузионных материалов рабочими органами бестраншейных машин было выполнено в три этапа.

На первом этапе была поставлена задача определения силы натяжения гибкого элемента при его сматывании с барабана или рулона, установленного на вилочной подшипниковой опоре (рис. 2).

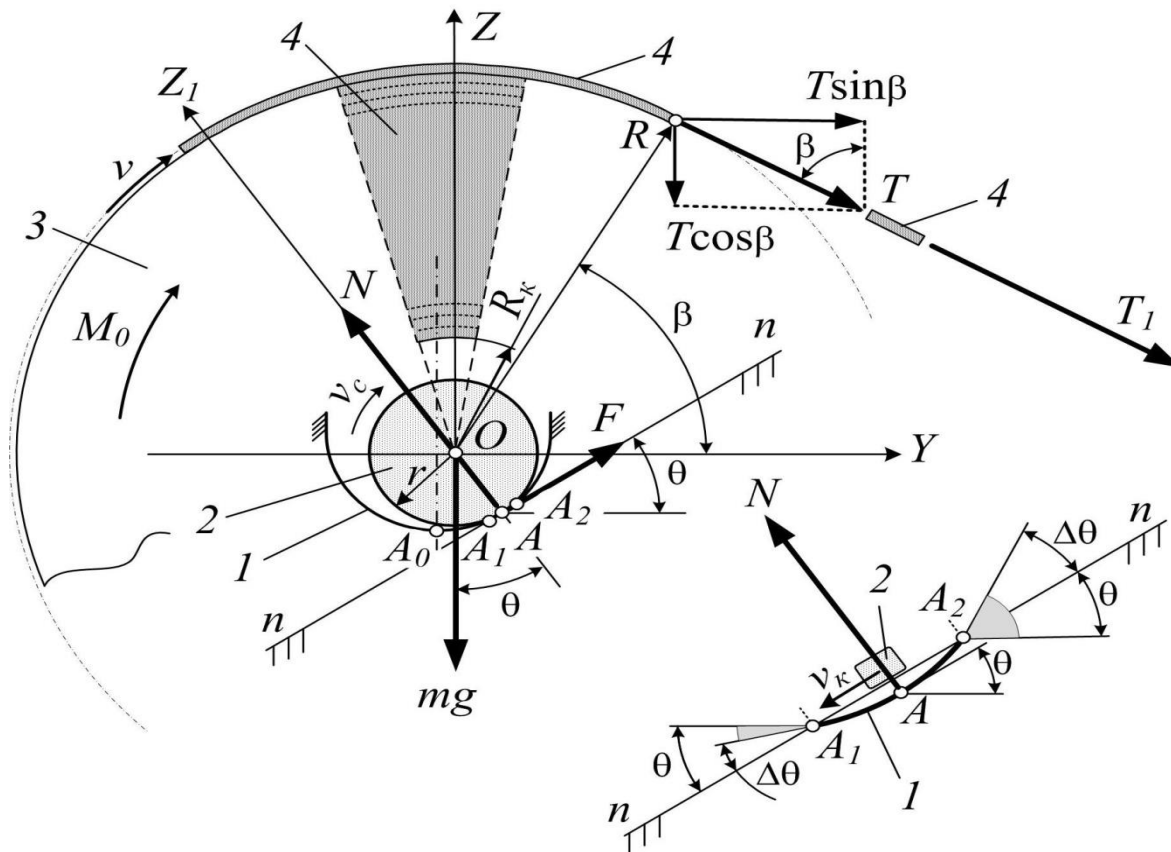


Рис. 2. Схема для определения силы сматывания гибкого элемента с барабана (рулона):

1 – вилочная подшипниковая опора; 2 – цапфа; 3 – барабан; 4 – гибкий элемент, сматываемый с барабана

На вилочной подшипниковой опоре 1 рабочего органа бестраншейной машины с помощью цапфы 2 установлен барабан 3 с гибким элементом 4 (трубчатый или рулонный материал). В состоянии покоя контакт цапфы 2 с опорой 1 устанавливается в точке A_0 , определяющей взаимное расположение трущихся поверхностей в статическом состоянии. В процессе рабочего перемещения бестраншейной машины со скоростью v с такой же скоростью происходит сматывание с барабана 3 гибкого элемента 4. При вращении барабана 3 контакт цапфы 2 с рабочей поверхностью опоры 1 перемещается из точки A_0 в точку A , положение которой в динамическом состоянии является устойчивым и характеризуется углом трения θ (рис. 2). При вращении барабана исключается произвольное уменьшение угла θ на величину $\Delta\theta$, при котором контакт трущихся поверхностей переходит из точки A в точку A_1 , а также увеличение угла θ на величину $\Delta\theta$, при котором контакт трущихся поверхностей переходит из точки A в точку A_2 , поскольку это приведет к нарушению равновесия сил, приложенных к барабану. Поэтому в дальнейших расчетах процесс скольжения поверхности цапфы 2 по поверхности опоры 1 с относительной скоростью v_c можно рассматривать как процесс скольжения с условно равномерной скоростью v_c цапфы 2 по поверхности плоскости mn , наклоненной к горизонту под углом θ . Для расчета скорости v_c и угла θ используют формулы:

$$v_c = v \frac{r}{R}; \theta = \arctg f \quad (1)$$

где v_c – скорость относительного перемещения трущихся поверхностей цапфы 2 и опоры 1, м/с; v – скорость сматывания гибкого элемента, м/с; r – радиус цапфы, м; R – радиус слоя гибкого элемента, сматываемого с барабана, м; θ и f – угол и коэффициент трения скольжения стали о сталь.

Для расчета силы трения в вилочной подшипниковой опоре используют формулу:

$$F = f \cdot N = \operatorname{tg} \theta \cdot N = \operatorname{tg} \operatorname{arctg} f \cdot N, \quad (2)$$

где F – сила трения скольжения, Н; N – нормальная к плоскости nm сила давления в точке A , Н.

Из условия равновесия моментов сил, действующих на барабан при его вращении без сматывания гибкого элемента, определяют чистый момент силы трения в вилочной подшипниковой опоре:

$$M_0 = F_0 \cdot r = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta \cdot r = \operatorname{tg} \operatorname{arctg} f \cdot m \cdot g \cdot \cos \operatorname{arctg} f \cdot r = m \cdot g \cdot \sin \operatorname{arctg} f \cdot r, \quad (3)$$

где M_0 – чистый момент сил, необходимый для вращения барабана без сматывания гибкого элемента, Н·м; F_0 – сила трения в вилочной подшипниковой опоре при свободном вращении барабана; m – масса барабана с гибким элементом, кг; g – ускорение свободного падения, м/с².

Формула (3) может быть также использована для расчета момента трения в опорных подшипниках скольжения различных вращающихся валов, испытывающих радиальную нагрузку.

При рабочем сматывании с барабана гибкого элемента силой T , направленной под углом β к вертикали, имеют условие равновесия моментов сил относительно центра O :

$$T \cdot R = F \cdot r = f \cdot N \cdot r, \quad \text{Н.} \quad (4)$$

Силу N определяют из условия равновесия проекций внутренних и внешних сил на ось Z_1 :

$$\sum z_1 = 0; \quad N = m \cdot g \cdot \cos \theta + T \cdot \cos \beta \cdot \cos \theta + T \cdot \sin \beta \cdot \sin \theta. \quad (5)$$

Подставив значение силы N из (5) в (4), получают формулу для определения силы натяжения гибкого элемента при движении бестраншейной машины с постоянной скоростью:

$$T = \frac{m \cdot g \cdot \cos \theta}{\frac{R}{f \cdot r} - \cos \beta \cdot \cos \theta - \sin \beta \cdot \sin \theta}, \quad \text{Н.} \quad (6)$$

В начале движения бестраншейной машины вращение барабана и сматывание с него гибкого элемента происходит с ускорением. С учетом углового ускорения вращения барабана силу натяжения T_0 сматываемого с барабана гибкого элемента определяют по формуле:

$$T_0 \cdot R = T \cdot R + (J_m + J_0) \varepsilon, \quad \text{Н,} \quad (7)$$

где J_m – момент инерции собранного в барабан или рулон гибкого элемента, кг·м²; J_0 – момент инерции пустого барабана, кг·м²; ε – угловое ускорение вращения барабана, с⁻².

Подставив в (7) значение силы T , рассчитанное по формуле (6), а также значение момента инерции J_m гибкого элемента, имеющего форму толстостенного полого цилиндра, силу T_0 натяжения гибкого элемента с учетом ускорения вращения барабана определяют по формуле:

$$T_0 = \frac{m \cdot g \cdot \cos \theta}{\frac{R}{f \cdot r} - \cos \beta \cdot \cos \theta - \sin \beta \cdot \sin \theta} + \left[\frac{\pi \cdot \rho \cdot b}{2R} (R^4 - R_k^4) + \frac{J_0}{R} \right] \varepsilon, \quad (8)$$

где b – ширина барабана с дренажной трубой, собранной в форме полого толстостенного цилиндра или ширина рулона с пленкой, м; ρ – объемная плотность материала гибкого элемента, кг/м³.

Факторный анализ показывает, что рассчитываемая по формуле (8) сила T_0 имеет наибольшую величину в начальный момент укладки гибкого элемента, когда варьируемые параметры m , R , ε имеют наибольшие значения m_n , R_n , ε_n . Перейдя от углового ускорения ε_n барабана к соответствующему ему линейному ускорению a_n машины в начале ее движения, получают формулу расчета силы T_1 максимального натяжения гибкого элемента, сматываемого с барабана:

$$T_1 = \frac{m_n \cdot g \cdot \cos \operatorname{arctg} f}{\frac{R_n}{f \cdot r} - \cos \beta \cdot \cos \operatorname{arctg} f - \sin \beta \cdot \sin \operatorname{arctg} f} + \left[\frac{\pi \cdot \rho \cdot l}{2R_n^2} (R_n^4 - R_k^4) + \frac{J_0}{R_n^2} \right] a_n. \quad (9)$$

На втором этапе исследования была поставлена задача определения силы натяжения гибкого элемента в момент выхода его в грунт из полости рабочего органа бестраншейной машины. Рассмотрено две наиболее характерные схемы укладки в грунт гибких материалов (рис. 3).

После сматывания с барабана 2 гибкой дренажной трубы 3 (рис. 3а) сила T_1 натяжения трубы, рассчитанная по формуле (9), в процессе дальнейшего движения трубы в полости рабочего органа увеличивается за счет трения трубы о направляющую поверхность 6 рабочего органа. На выходе из полости рабочего органа силу T_2 натяжения трубы рассчитывают по формуле Л. Эйлера:

$$T_2 = T_1 e^{\alpha_{dm} f_{dm}} = T_1 e^{(\pi/2 - \beta_{dm}) f_{dm}}, \quad (10)$$

где α_{dm} – угол обхвата трубой 3 направляющей поверхности 6 (рис. 3а), рад; β_{dm} – угол отклонения от вертикали направления сматывания дренажной трубы с барабана, рад; f_{dm} – коэффициент трения поверхности дренажной трубы 3 о направляющую поверхность 6 рабочего органа.

Сила P_1 натяжения пленки, сматываемой с рулона 7 (рис. 3б), которая также может быть рассчитана по формуле (9), увеличивается до величины P_2 в процессе разворота пленки на поверхности пластины 9. Соотношение между силой P_1 натяжения набегающей ветви 8 полосы пленки и силой натяжения P_2 сбегающей ветви 10 полосы пленки рассчитывают по формуле [10]:

$$P_2 = P_1 e^{\alpha_n f_n \cos \varphi}, \quad (11)$$

где α_n – угол обхвата полосой пленки поверхности пластины 9 (рис. 3б), рад; f_n – коэффициент трения поверхности пленки о поверхность пластины 9; φ – угол отклонения направления движения полосы пленки от плоскости нормальной к направляющей поверхности пластины 9, град.

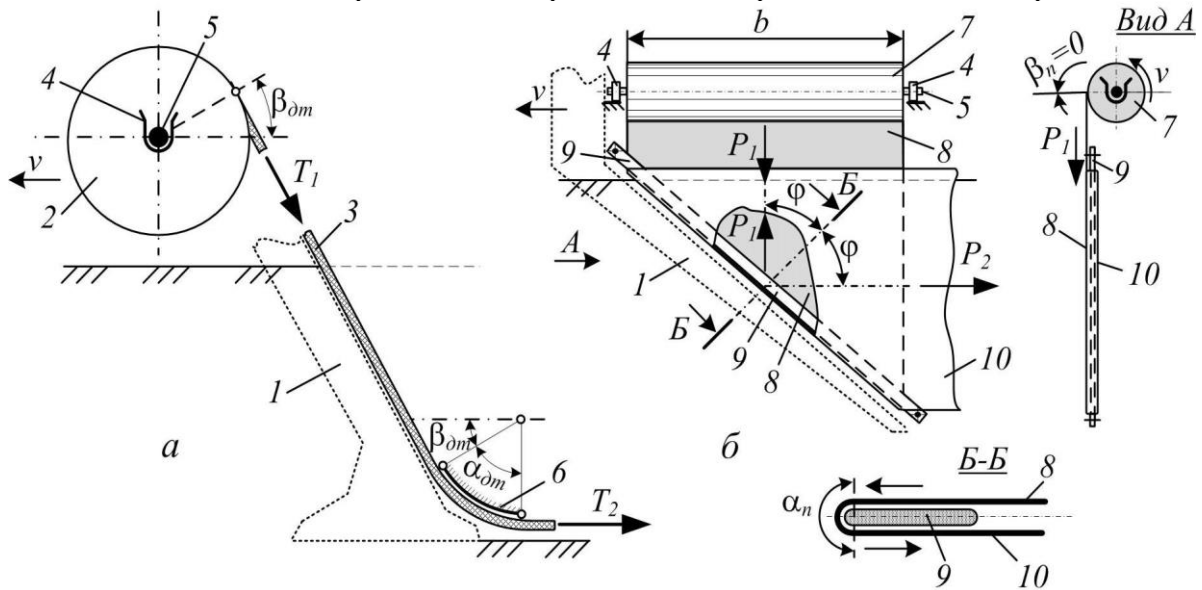


Рис. 3. К расчету сил натяжения гибких дренажных и противофильтрационных материалов, укладываемых бестраншейными машинами: а – схема укладки трубчатого дренажа; б – схема укладки вертикального противофильтрационного экрана из полимерной пленки; 1 – землеройный рабочий орган бестраншейной машины; 2 – барабан; 3 – гибкая дренажная труба; 4 – вилочная опора; 5 – цапфа; 6 – направляющая поверхность движения дренажной трубы; 7 – рулон пленки; 8 – набегающая ветвь полосы пленки; 9 – пластина разворота пленки; 10 – сбегающая ветвь полосы пленки

Подставив в формулы (10) и (11) значения сил T_1 и P_1 , рассчитанные по формуле (9), а также приняв во внимание некоторые конструктивные особенности укладчика пленочных экранов ($J_0=0$; $\beta_n=0^0$), величины сил T_2 и P_2 натяжения дренажной трубы и полосы пленки на выходе их из рабочих органов бестраншейных машин определяют по формулам:

$$T_2 = \left\{ \frac{m_{нд} \cdot g \cdot \cos \arctg f}{\frac{R_n}{f \cdot r} - \cos \beta_0 \cdot \cos \arctg f - \sin \beta_0 \cdot \sin \arctg f} + \left[\frac{\pi \cdot \rho_d \cdot b}{2R_n^2} (R_n^4 - R_k^4) + \frac{J_0}{R_n^2} \right] a_n \right\} e^{(\pi/2 - \beta_{dm}) f_{dm}}, \quad (12)$$

$$P_2 = \left\{ \frac{m_{mn} \cdot g \cdot \cos \arctg f}{\frac{R_n}{f \cdot r} - \cos \arctg f} + \left[\frac{\pi \cdot \rho_{mn} \cdot b}{2R_n^2} (R_n^4 - R_k^4) \right] a_n \right\} e^{\alpha_n f_n \cos \varphi}, \quad (13)$$

где $m_{нд}$ и m_{mn} – масса барабана с дренажной трубой и масса рулона с пленкой в начале укладки, кг; ρ_d – объемная плотность дренажной трубы в барабане, кг/м³; ρ_{mn} – плотность материала пленки, кг/м³.

На третьем этапе исследования была поставлена и решена задача определения условий прочности на разрыв дренажной трубы и рулонной пленки в процессе их укладки бестраншейным способом.

Прочность на разрыв дренажных труб, сматываемых с установленных на подшипниках скольжения барабанов и укладываемых бестраншейными машинами достигается при условии:

$$T_2 \leq [T]_{dm} = \frac{K_{dm} \cdot \sigma_{mm}^{mk} \cdot \pi (D_{dm}^2 - d_{dm}^2)}{4}, \quad (14)$$

где T_2 – сила натяжения дренажной трубы на выходе ее из рабочего органа, рассчитанная по формуле (12), Н; $[T]_{dm}$ – максимально допустимая сила натяжения дренажной трубы, Н; K_{dm} – коэффициент запаса прочности дренажной трубы на растяжение ($K_{dm} \cong 0,7$); σ_{mm}^{mk} – предел текучести материала трубы, Па; d_{dm} и D_{dm} – внутренний и наружный диаметр дренажной трубы, м.

Условием качественной (без разрывов и пластических деформаций) укладки рулонной пленки при строительстве вертикальных противофльтрационных экранов бестраншейным способом является:

$$P_2 \leq [P]_n = K_n \cdot \sigma_{nn}^{mk} \cdot \delta_n \cdot b, \quad (15)$$

где P_2 – сила натяжения полосы пленки на выходе ее из рабочего органа, рассчитанная по формуле (13), Н; $[P]_n$ – максимально допустимая сила натяжения полосы пленки, Н; K_n – коэффициент запаса прочности полосы пленки на растяжение ($K_n \cong 0,7$); σ_{nn}^{mk} – предел текучести материала пленки, Па; δ_n – толщина пленки, м.

Заключение

Установлено, что для защиты от вредного воздействия поверхностных и грунтовых вод может быть эффективно использован бестраншейный способ строительства как водопроводящих (дренажных), так и водозадерживающих сооружений (плотин, дамб, перемычек) с противофльтрационными экранами, завесами, диафрагмами.

Получены аналитические зависимости, определяющие условия прочности на разрыв дренажной трубы и рулонной пленки в процессе их укладки бестраншейным способом.

Поскольку бестраншейный способ строительства дренажных и водозадерживающих сооружений может быть эффективно использован при условии качественного прохождения без разрывов и повреждений гибких дренажных и противофльтрационных материалов через полости рабочих органов бестраншейных машин, выполненное исследование является актуальным, имеет научную новизну и практическую ценность.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке проектов гидротехнических мероприятий защиты от вредного воздействия вод, а также рабочих органов бестраншейных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петроченко, В. И. Оптимизация проектных решений защиты от паводков в речных бассейнах / В. И. Петроченко, А. В. Петроченко // Мелиорация. – 2019. – №2. – С. 26–33.
2. Казаков, В. С. Бестраншейные дреноукладчики / В. С. Казаков. – М.: Россельхозиздат. – 1974. – 62 с.
3. Томин, Е. Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа / Е. Д. Томин. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
4. А. с. 1211378 / СССР/ МПК Е 02 В 3/16 Укладчик вертикального противофльтрационного экрана / В. И. Петроченко; заявл. 16.08.84; опубл. 15.02.86, Бюл. №6.
5. Петроченко, В. И. Бестраншейная укладка пленочных завес на рисовых системах / В. И. Петроченко // Гидротехника и мелиорация. – 1986 – № 2. – С. 27–29.
6. Ярусный способ сооружения плотин с пленочными диафрагмами. – Информационный листок №9-86-НТД, серия 67.17.41. Черниговский ЦНТИ, 1986.
7. А. с. 1133331 / СССР/ МПК Е 02 В 3/16 Способ сооружения грунтовой дамбы с пленочной диафрагмой / В. И. Петроченко; заявл. 18.07.83; опубл. 07.01.85, Бюл. №1.
8. А. с. 1168653 / СССР/ МПК Е 02 В 3/16 Грунтовая дамба с противофльтрационным ядром / В. И. Петроченко, Л. Ю. Гальчинский; заявл. 14.10.83; опубл. 23.07.85, Бюл. №27.
9. А. с. 1209749 / СССР/ МПК Е 02 В 3/16 Способ сооружения грунтовой дамбы с пленочной диафрагмой / В. И. Петроченко; заявл. 16.08.84; опубл. 07.02.86, Бюл. №5.
10. Петроченко, В. И. Исследование силы трения наклонного скольжения рулонных материалов о направляющие поверхности мелиоративных машин / В. И. Петроченко // Вестник БГСХА. – 2018. – №3 – С. 176–179.

ВНЕДРЕНИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**Т. Н. МЫСЛЫВА, О. А. КУЦАЕВА**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com; alexa-1982@bk.ru

(Поступила в редакцию 22.10.2020)

В условиях постоянного удорожания энергоресурсов, сырья для производства минеральных удобрений и наличия дефицита органических удобрений актуальной становится проблема поиска путей увеличения экономической эффективности использования земельных ресурсов. Одним из способов ее успешного решения является внедрение инновационных технологий в сфере землепользования, в частности технологии точного земледелия. Беларусь имеет достаточно высокий потенциал для внедрения системы точного земледелия либо отдельных ее элементов в аграрное производство. Среди основных преимуществ – наличие 1389 сельскохозяйственных предприятий со средним размером землепользований свыше 6,0 тыс. га по площади сельскохозяйственных угодий и 4,1 тыс. га – по площади пахотных земель. Однако только 2,55 % сельскохозяйственных угодий принадлежит крестьянским фермерским хозяйствам, а 87,9% принадлежит государственным сельскохозяйственным предприятиям различных форм собственности, которые являются землепользователями или арендаторами, но не землевладельцами. Исходя из сложившейся ситуации, развитие систем точного земледелия должно осуществляться в первую очередь для крупных сельскохозяйственных предприятий, а не для частных хозяйств. Наряду с преимуществами существуют проблемы, которые препятствуют широкому внедрению систем точного земледелия в сельскохозяйственной отрасли страны. Одной из них является существующая система внутрихозяйственного землеустройства, ориентированная на традиционное энерго- и ресурсоемкое сельское хозяйство.

Ключевые слова: точное земледелие, внедрение, перспективы, землеустройство, цифровые технологии, рентабельность.

In the context of constant rise in the cost of energy resources, raw materials for the production of mineral fertilizers and the presence of a shortage of organic fertilizers, the problem of finding ways to increase economic efficiency of the use of land resources becomes urgent. One of the ways to successfully solve it is the introduction of innovative technologies in the field of land use, in particular, precision farming technology. Belarus has a high enough potential for introducing a precision farming system or its individual elements into agricultural production. Among the main advantages is the presence of 1389 agricultural enterprises with an average land area of over 6.0 thousand hectares in terms of agricultural land area and 4.1 thousand hectares in terms of arable land. However, only 2.55 % of agricultural land belongs to peasant farms, and 87.9 % belongs to state agricultural enterprises of various forms of ownership, which are land users or tenants, but not landowners. Based on the current situation, the development of precision farming systems should be carried out primarily for large agricultural enterprises, and not for private farms. Along with the advantages, there are problems that prevent the widespread introduction of precision farming systems in the country's agricultural sector. One of them is the existing system of on-farm land management focused on traditional energy and resource intensive agriculture.

Key words: precision farming, implementation, prospects, land management, digital technologies, profitability.

Введение

Производственный потенциал сельскохозяйственной отрасли, в особенности земледелия, определяют количественные и качественные характеристики земель, качество которых, в свою очередь, определяется плодородием их почвенного покрова. Именно от качества земель во многом зависит как экономическая эффективность их использования, так и эффективность земледелия в целом [1]. Интенсификация процессов глобализации мировой экономики привела к ситуации, когда аграрное производство всех без исключения стран, не зависимо от уровня их экономического развития, столкнулось с рядом серьезных проблем, связанных как с возрастающим спросом на не возобновляемые энергоресурсы и пресную воду и их недостатком, так и с усилением процессов урбанизации и сокращением площадей, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, вследствие усиления эрозионных процессов и опустынивания, вызванных глобальным потеплением климата. В частности, за последнее десятилетие сокращение площади пахотных земель в Европе, согласно прогнозным оценкам, к 2030 году достигнет 1,12 % [3–4]; для Беларуси этот показатель колеблется в пределах от 0,1 до 0,4 % [5]. В условиях постоянного удорожания энергоресурсов, сырья для производства минеральных удобрений и наличия дефицита органических удобрений актуальной становится проблема поиска путей увеличения экономической эффективности использования земельных ресурсов. Одним из способов ее успешного решения является внедрение инновационных технологий в сфере землепользования, в частности технологии точного земледелия [6].

Целями данной статьи являются: 1) обзор перспектив и существующих проблем при внедрении технологии точного земледелия либо его отдельных элементов в сельское хозяйство Беларуси в контексте существующей государственной собственности на земли сельскохозяйственного назначения; 2) анализ результатов, полученных при внедрении элементов системы точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Могилевской области Республики Беларусь.

Основная часть

Точное земледелие – современная концепция управления сельским хозяйством, использующая цифровые методы для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства. Его главная цель – увеличить количество и качество получаемой сельскохозяйственной продукции при меньшем потреблении энергетических и материальных ресурсов и обеспечении снижения негативного воздействия на окружающую среду [7, 8]. На сегодняшний день как в мире, так и в Республике Беларусь отсутствует стандартизированное определение понятия «точное земледелие», а его сущность трактуется с различных позиций, имеющих тем не менее определенные общие черты, хорошо прослеживаемые в процессе эволюции данной дефиниции (табл. 1).

Таблица 1. Эволюция определения «точное земледелие»

Год	Источник	Формулировка определения
1994	Pierce et al. [9]	Целью точного земледелия является согласование сельскохозяйственных ресурсов и методов с локализованными условиями в поле с целью выполнения правильных действий в нужном месте, в нужное время и в правильном направлении
1994–1995	Robert, Rust & Larson [10]	Управление урожаем для конкретного участка – это информационно-технологическая система управления сельским хозяйством, позволяющая выявлять, анализировать и управлять пространственной и временной изменчивостью участков почвы на полях для обеспечения оптимальной прибыльности, устойчивости и защиты окружающей среды
1996	Stafford [11]	Точное земледелие – это ориентация ресурсов на производство сельскохозяйственных культур в соответствии с их потребностями на локализованной основе
1996	Johansen [12]	Точное земледелие – это тщательная подгонка почвы и управления урожаем с целью соответствовать различным условиям на каждом поле
1996	Kitchen [13]	Точное земледелие – это сбор информации, планирование управления и полевых операций, улучшающих понимание и управление почвенными и ландшафтными ресурсами таким образом, чтобы вложения в управленческие практики использовались более эффективно, чем при применении традиционных универсальных стратегий
1997	The National Research Council [14]	Точное земледелие – это стратегия управления, в которой используются информационные технологии, позволяющие получать данные из нескольких источников для принятия решений, связанных с растениеводством
1997	Pierce & Sadler [15]	Управление конкретным участком для сельского хозяйства – это управление почвами и сельскохозяйственными культурами в соответствии с условиями, сложившимися на конкретном поле
1997	Lowenberg-DeBoer, & Swinton [16]	Точное земледелие – это электронный мониторинг и контроль, применяемый для сбора данных, обработки информации и поддержки принятия решений для временного и пространственного распределения ресурсов для производства сельскохозяйственных культур
1998	Olson & Kent [17]	Точное земледелие – это применение комплексной стратегии управления, в которой используются информационные технологии, позволяющие получать данные из нескольких источников для принятия решений, касающихся сельскохозяйственного производства, маркетинга, финансов и персонала
1999	Pierce & Nowak [18]	Точное земледелие – это применение технологий и принципов для управления пространственной и временной изменчивостью, связанной со всеми аспектами сельскохозяйственного производства, с целью повышения урожайности и качества окружающей среды
2000	McBratney & Taylor [19]	Точное земледелие – это использование новых информационных технологий совместно с агрономическим опытом для конкретного участка с целью: 1) максимизировать эффективность производства; 2) максимизировать качество продукции; 3) минимизировать воздействие на окружающую среду; 4) минимизировать риск
2000	Robert [20]	Точное земледелие – это не просто внедрение новых технологий, это скорее информационная революция, которая стала возможной благодаря новым технологиям, которые привели к более высокому уровню, более точной системе управления сельским хозяйством
2000	Whelan & McBratney [21]	Точное земледелие следует рассматривать как философский сдвиг в управлении изменчивостью в сельскохозяйственных отраслях. Оно должно быть направлено на повышение прибыльности и снижение воздействия на окружающую среду как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Его можно определить как сопоставление применения ресурсов и агрономических методов с требованиями к почве и культурам, поскольку они различаются в пространстве и во времени в пределах поля
2001	McBratney &	Точное земледелие может быть определено как наблюдение, оценка воздействия и свое-

	Whelan [22]	временное стратегическое реагирование на мелкомасштабную вариацию причинных компонентов процесса сельскохозяйственного производства
2001	Plant [23]	Управление конкретным участком (также называемое точным земледелием) – это управление сельскохозяйственными культурами в пространственном масштабе меньшем, чем целое поле
2002	US Code, House of Representatives [24]	Термин «точное земледелие» означает интегрированную информационную и производственную систему земледелия, предназначенную для повышения долгосрочной, специфической для конкретного объекта и всего сельского хозяйства эффективности, производительности и прибыльности производства при минимизации непреднамеренного воздействия на окружающую среду, предусматривающую: (А) объединение сельскохозяйственных наук, ресурсов и практики сельского хозяйства, баз данных агрономического производства и технологий точного земледелия для эффективного управления системами агрономического, садоводческого и животноводческого производства; (В) сбор внутривладельческой информации, относящейся к изменению и взаимодействию специфических для участка пространственных и временных факторов, влияющих на урожай и животноводство; (С) своевременное объединение такой информации с соответствующими данными, полученными по результатам полевых обследований, дистанционного зондирования и других технологий точного земледелия, чтобы облегчить принятие решений; (D) использование такой информации для предписания и предоставления конкретного применения сельскохозяйственных ресурсов и методов управления в системах сельскохозяйственного производства; (Е) использование такой информации для создания интеллектуальных механизированных систем сбора и сортировки садовых культур
2004	Dobermann et al. [25]	Точное земледелие – это системный подход к управлению почвами и сельскохозяйственными культурами для уменьшения неопределенности в принятии решений посредством лучшего понимания и управления пространственной и временной изменчивостью
2005	McBratney, Whelan, Anecev & Bouma [26]	Точное земледелие – это такой тип сельского хозяйства, который увеличивает количество правильных решений на единицу площади земли в единицу времени с соответствующими чистыми выгодами
2006	Srinivasan [27]	Точное земледелие – это целостная и экологически безопасная стратегия, в рамках которой фермеры могут варьировать использование ресурсов и методы выращивания, включая внесение семян, удобрений, пестицидов и воды, выбор сортов, посадку, обработку почвы, уборку урожая, – чтобы соответствовать изменяющимся условиям почвы и урожая на поле
2007	Whelan [28]	Точное земледелие – это форма сайт-специфического управления растениеводством, посредством которой решения по применению ресурсов и практике управления растениями совершенствуются для лучшего соответствия требованиям почвы и сельскохозяйственных культур, поскольку они различаются в каждом отдельном поле
2008	Khosla [29]	Точное земледелие – это применение входных данных в правильное время, в правильном количестве, в правильном месте и из правильного источника
2010	Adamchuk & Gebbers [30]	Точное земледелие – это точное сельское хозяйство или информационное управление системами сельскохозяйственного производства
2014	Zarco-Tejada et al. [3]	Точное земледелие – это подход к управлению сельским хозяйством, использующий информационные технологии, данные спутникового позиционирования (GNSS), дистанционное зондирование и сбор проксимальных данных
2015	Fountas, Aggelopoulou & Gemtos [31]	Точное земледелие может быть определено как управление пространственной и временной изменчивостью полей с использованием информационных и коммуникационных технологий
2019	International Society for Precision Agriculture [32]	Точное земледелие – это стратегия управления, которая собирает, обрабатывает и анализирует временные, пространственные и индивидуальные данные и объединяет их с другой информацией для поддержки управленческих решений в соответствии с предполагаемой изменчивостью для повышения эффективности использования ресурсов, производительности, качества, прибыльности и устойчивости сельскохозяйственного производства

Среди наиболее часто встречающихся во всех определениях понятия «точное земледелие» положений следует особо выделить констатацию того, что точное земледелие: представляет собой систему или стратегию управления всеми аспектами сельскохозяйственного производства [1, 11, 15, 17, 18, 23–25, 27, 28, 30–33]; предусматривает дифференциацию любых действий и применения ресурсов с учетом пространственной и временной изменчивости в пределах поля либо земельного участка [9, 11, 12, 15, 16, 21, 27, 28]; обеспечивает повышение прибыльности и снижение негативного воздействия на окружающую среду [10, 13, 18, 19, 21, 24, 32]; использует информационные и коммуникационные технологии [3, 14, 17, 19, 20, 29, 31, 33].

Следует отметить, что именно неправильное понимание самой сути понятия «точное земледелие» ведет к неприятию его положений как аграриями-практиками, так и учеными, вызывая неправильную трактовку данного явления и отождествление понятий «точное земледелие» и «земледелие», которые

по существу не являются синонимами. Кроме того, в представлении как большинства агропроизводителей, так и специалистов научно-исследовательских учреждений аграрного профиля точное земледелие отождествляется исключительно с управлением сельскохозяйственной техникой с помощью GPS-навигации, что есть в корне неправильным, поскольку глобальное геопозиционирование – это только часть подсистемы точного земледелия, но никак не ее аналог.

Технологии точного земледелия подразделяют на три основные подсистемы: 1) навигационные технологии (аппаратное и программное обеспечение, координирующее движение сельскохозяйственной техники на поле); 2) регистрирующие технологии, использующие функциональные возможности геоинформационных систем и позволяющие выполнять дистанционный мониторинг и визуализацию его результатов; 3) реагирующие технологии – инструменты, аппаратное и программное обеспечение, которые позволяют варьировать размещение и использование сельскохозяйственных ресурсов.

Мировой рынок технологий точного земледелия в среднем составляет 2,3 миллиарда евро и, как ожидается, с каждым годом будет увеличиваться в среднем на 12 %. В частности, в ЕС рост доли использования сельскохозяйственной техники, оборудованной системами точного позиционирования, возрастет с 7,5 % в 2010 году до 35 % в 2020 году, а рост продаж такой техники составит от 100 тыс. единиц/год в 2010 году до 500 тыс. единиц/год в 2020 году [3].

Беларусь имеет достаточно высокий потенциал для внедрения системы точного земледелия либо отдельных ее элементов в аграрное производство. Среди основных преимуществ – наличие 1389 сельскохозяйственных предприятий со средним размером землепользований свыше 6,0 тыс. га по площади сельскохозяйственных угодий и 4,1 тыс. га – по площади пахотных земель. По данным реестра земельных ресурсов по состоянию на 1 января 2020 г. общая площадь земель Беларуси составляет 20760,0 тыс. га, в том числе 8390,6 тыс. га сельскохозяйственных земель (40,4 % территории), из которых 5713,1 тыс. га или 27,5% территории – пахотные. Для сравнения на территории ЕС функционирует 10,7 млн частных сельскохозяйственных предприятий со средней площадью 16 га из которых 44,1 % которых имеют площадь менее 2 га, 86 % – площадь менее 20 га и только 3,2 % от общего количества фермерских хозяйств – площадь более 100 га. Общая площадь сельскохозяйственных земель в пределах Евросоюза составляет 174358,310 тыс. га (40 % территории), из которых 104203,330 тыс. га, или 59,8 % отведено под пахотные земли [2].

Следует отметить, что именно размер землепользования является одним из наиболее важных факторов, влияющих на скорость внедрения прецизионных технологий [34–36]. В пользу этого говорит и тот факт, что технологии точного земледелия более интенсивно развиваются в странах Европы с большими размерами ферм: Великобритании, Дании, Франции, Германии, средний размер фермы в которых составляет 95 га, 70 га, 60 га и 59 га соответственно, а также в США, Канаде и Австралии, где средний размер фермы превышает 100 га. По оценкам экономистов внедрение такого элемента точного земледелия, как система автопилотирования сельскохозяйственной техники может быть рентабельным в сельхозпредприятиях с площадью 100–300 га и больше сельскохозяйственных земель [3]. На уменьшение рисков при внедрении точного земледелия с увеличением размера землепользования указывается и в работах [8, 37]. Значительным преимуществом является и то, что Беларусь имеет высокоразвитое сельскохозяйственное машиностроение и производит собственные комбайны и трактора, оснащенные системами точного GPS-позиционирования американской компании Trimble, что значительно удешевляет затраты на закупку высокоточной техники для сельскохозяйственных производителей. Примеры такой техники – зерноуборочный комбайн «Палессе» GS2124 производства ОАО «Гомсельмаш», оснащенный системой картирования урожайности и трактора производства ОАО «Минский тракторный завод», оборудованные системой автовождения Trimble Autopilot. Также положительным фактором следует считать сосредоточение сельскохозяйственных земель преимущественно в руках государства, что открывает для сельхозпроизводителей широкие возможности в получении государственной финансовой поддержки, в частности на модернизацию производства и покупку высокоточной техники. Исходя из сложившейся ситуации в сфере землевладения и землепользования, развитие систем точного земледелия в Беларуси возможно и целесообразно осуществлять прежде всего в крупных сельскохозяйственных предприятиях, а не в частных фермерских хозяйствах, как это принято в Европе и США. Более того, поскольку аграрный сектор экономики в Беларуси имеет много черт, присущих плановому ведению хозяйства, внедрение систем точного земледелия должно производиться по вертикали сверху вниз: от Министерства сельского хозяйства и продовольствия к областным комитетам по сельскому хозяйству и продовольствию и далее к районным управлениям

по сельскому хозяйству и продовольствию и наконец к сельскохозяйственным предприятиям различных форм собственности. Однако наряду с преимуществами существуют как объективные, так и субъективные причины, препятствующие широкой имплементации систем точного земледелия в аграрное производство страны (рис. 1).

Сильные стороны

- **Наличие** более 1380 сельскохозяйственных предприятий со средним землепользованием более 5,3 тыс. га сельскохозяйственных земель.
- **Концентрация** земель сельскохозяйственного назначения в руках государства (87,6% от общей площади)
- **Наличие** мощностей по производству тракторов и комбайнов собственного производства, оснащенных системой GPS-позиционирования

Возможности

- **Снижение** амортизационных отчислений на 10%
- **Снижение** расхода удобрений на 10-30%
- **Снижение** расхода средств защиты растений на 15-60%
- **Снижение** расхода топлива на 10-15%
- **Увеличение** производительности на 10-20%
- **Уменьшение** антропогенного воздействия на окружающую среду



Слабые стороны

- **Отсутствие** высокоточного оборудования для обработки почвы и ухода за растениями и специалистов с соответствующей подготовкой в области IT-технологий
- **Отсутствие** актуальных данных о наличии зон внутриполевой пространственной неоднородности
- **Существующая** система внутрихозяйственного землеустройства, ориентированная на традиционные энергоемкие и ресурсоемкие технологии

Угрозы

- **Непонимание** сельхозпроизводителями сути точного земледелия и нежелание ломать традиционные устои
- **Потребность** в стартовом капитале для создания полноценной системы точного земледелия в рамках отдельного сельскохозяйственного предприятия
- **Нежелание** органов государственной исполнительной власти внедрять инновационные технологии

Рис. 1. Результаты SWOT-анализа внедрения точного земледелия в сельском хозяйстве Республики Беларусь

Первой из них является значительный объем затрат денежных средств на создание полноценной системы точного земледелия в пределах отдельного сельскохозяйственного предприятия и длительные периоды их окупаемости. Ведь для организации такой системы необходима закупка специальной техники и лицензионного программного обеспечения, создание корпоративной стационарной и локальной сети управления, приобретение беспилотных летательных аппаратов и лицензионного программного обеспечения для интерпретации результатов съемки, полученных с их помощью. Например, средняя цена стоимости линейки разбрасывателей минеральных удобрений Amazone ZA-M 1500 и MXL 8200 ISOBUS, используемых для дифференцированного внесения минеральных удобрений, составляет свыше 20 тыс. BYN, цена отечественного зерноуборочного комбайна, оснащенного системой картирования урожайности, превышает 320 тыс. BYN, а стоимость сенсорных датчиков азота типа Trimble GreenSeeker или Yara N-Sensor варьирует от 1,2 тыс. до 3,55 тыс. BYN. Применение данных дистанционного зондирования также сопряжено с определенными затратами: средняя стоимость беспилотного летательного аппарата – агродрона в зависимости от его типа и страны производителя колеблется от 6 до 18 тыс. долларов, а цена программного обеспечения Pix4Dag для обработки данных достигает свыше 5 тыс. долларов. Такие затраты вполне приемлемы для больших агрохолдингов, но являются непосильными для небольших сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств.

Еще одной причиной, сдерживающей широкое внедрение точного земледелия в сельскохозяйственных организациях Беларуси, является существующая система внутрихозяйственного землеустройства, ориентированная на традиционное энерго- и ресурсозатратное земледелие, и не учитывающая наличия неоднородностей в пределах отдельного поля либо земельного участка – ключевых факторов для координатного земледелия. Следует отметить, что внутрихозяйственное землеустройство – элемент управления земельными ресурсами, сохранившийся в Республике Беларусь со времен существования СССР по причине сохранения как государственной собственности на земли сельскохозяйственного назначения, так и сельскохозяйственных предприятий, существовавших в советский

период в форме колхозов и совхозов. Однако, в настоящее время в Беларуси преобладают работы, связанные с межхозяйственным землеустройством, состоящие в обновлении данных земельно-информационной системы, разработке проектов отводов земельных участков, оформлении технической документации и установлении на местности границ земельных участков в связи с образованием сельскохозяйственных и несельскохозяйственных землепользований. Вместе с тем необходимо отметить исключительную важность проведения внутрихозяйственного землеустройства в контексте перехода к цифровому земледелию, поскольку именно данный вид землеустроительной деятельности создаёт территориальную основу для эффективного использования земель, их охраны и внедрения инновационных систем хозяйствования (табл. 2).

Таблица 2. **Функции внутрихозяйственного землеустройства при внедрении элементов системы точного земледелия в Беларуси**

Элемент системы точного земледелия	Функция внутрихозяйственного землеустройства	Степень реализации функции
Цифровые контуры полей севооборота	Создание векторных моделей и базы геопространственных данных о границах полей	Реализована частично
Мониторинг внутриполевой пестроты почвенного плодородия	Создание геопозиционированной сети мониторинговых наблюдений	Не реализована
Цифровое картографирование внутриполевой пестроты почвенного плодородия	Создание прогнозных моделей пространственного распределения агрохимических, физико-химических и агрофизических свойств почвы	Не реализована
Цифровое картографирование урожайности	Создание цифровых карт динамики внутриполевой продуктивности сельскохозяйственных культур	Не реализована
Создание карт-заданий для дифференцированного внесения минеральных удобрений	Идентификация и выделение однородных по агрофизическим и агрохимическим свойствам почв и агротехнологическим характеристикам зон	Не реализована

Главная задача современного землеустройства в существующих социально-экономических условиях Беларуси в контексте внедрения точного земледелия заключается в разработке методики создания актуальных картографических материалов и дифференциации территории землепользования по комплексу показателей качества земель, с одновременным созданием динамических картографических изображений и базы геопространственных данных об имеющихся показателях количественного и качественного состояния почв. Рынок подобного рода продуктов в структуре элементов системы точного земледелия в странах ЕС за последние 5 лет увеличился более, чем на 17,5 % и составляет около 32 % [2], демонстрируя устойчивую тенденцию к увеличению.

Идентификация менеджмент-зон, под которыми подразумевают субрегионы поля, определяемые относительной однородностью продуктивности выращиваемых в его пределах сельскохозяйственных культур и/или почвенных параметров, требующие применения одинаковой нормы удобрений, дозы пестицидов [38, 39], и их дальнейшее использование для дифференцированного внесения фосфорных и калийных минеральных удобрений являются важными и взаимосвязанными составляющими регистрирующей и реагирующей технологий точного земледелия. Существует два основных подхода к определению менеджмент-зон: 1) поля разделяются на зоны управления в соответствии со значениями одной или нескольких характеристик почвы или урожая; 2) менеджмент-зоны определяются по величине окупаемости затрат урожаем [40]. Поскольку элементы технологии точного земледелия только начали внедряться в Беларуси, применение подхода, основанного на экономических характеристиках, не представляется возможным. Однако и определение зон по значениям почвенных параметров и показателям урожайности также имеет ряд ограничений. В частности, на сегодняшний день в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси имеется незначительное количество комбайнов, оснащенных приспособлениями для точного учета урожая. Исходя из этого, при разработке методики определения менеджмент-зон для условий Республики Беларусь в качестве исходных показателей следует использовать почвенные параметры, получаемые при проведении агрохимического обследования и наиболее часто используемые агрономическими службами сельскохозяйственных предприятий: содержание в почве гумуса, подвижных фосфора и калия, а также pH почвенного раствора.

На примере землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» (Горечкий район, Могилевская область) площадью свыше 8 тыс. га была разработана методика формирования однородных территориальных менеджмент-зон в процессе внутрихозяйственного землеустройства при внедрении точного земледелия (рис. 2). При идентификации менеджмент-зон с соответствующим качеством земель в пределах конкретного сельскохозяйственного предприятия в качестве исходных данных целесообразно использовать: данные земельно-информационной системы (ЗИС) на территорию выполне-

ния работ по разграничению менеджмент-зон; данные агрохимического обследования территории хозяйства областной проектно-изыскательской станцией агрохимизации.

Субъектами деятельности по идентификации менеджмент-зон должны стать дочерние предприятия Республиканского унитарного предприятия «Проектный институт Белгипрозем», выполняющие комплекс работ по внутрихозяйственному землеустройству.

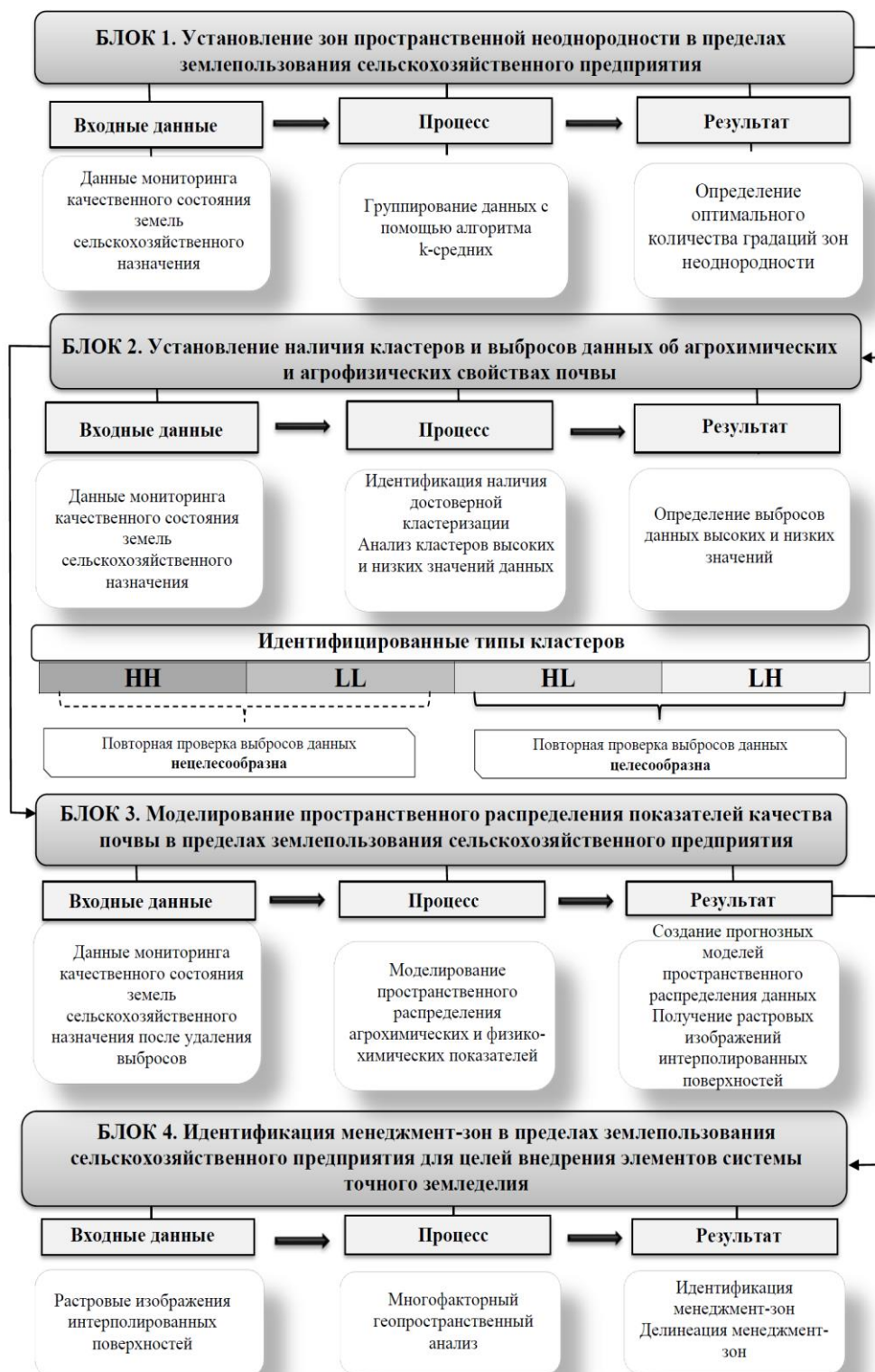


Рис. 2. Механизм идентификации менеджмент-зон с соответствующим качеством земель для целей точного земледелия (разработано авторами)

Точное земледелие – это качественно новая система земледелия, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множества различных источников, и обеспечивает принятие оптимальных решений по управлению сельскохозяйственным предприятием [32]. Наиболее востребованными на сегодня в аграрном секторе элементами технологии точного земледелия являются следующие (в % от общего количества): 1) мониторинг сельскохозяйственных культур с использованием данных дистанционного зондирования – 48; 2) картирование урожайности – 25; 3) использование систем параллельного вождения – 29; картирование внутривополевой неоднородности почвы – 19; дифференцированное внесение удобрений – 19 [41]. В Беларуси агропроизводители постепенно внедряют отдельные элементы системы точного земледелия, однако очень часто это ограничивается покупкой тракторов, оснащенных системой параллельного вождения, а также комбайнов с системой картографирования урожайности.

Наиболее приемлемой для современных социально-экономических условий, сложившихся в Беларуси, и учитывающей, в частности, национальные особенности права собственности на земли сельскохозяйственного назначения, является стратегия дифференцированного внесения удобрений, базирующаяся на внесении их по менеджмент-зонам с таким расчетом, чтобы количество и соотношение питательных элементов с учетом их почвенных запасов было достаточным для получения запланированной урожайности сельскохозяйственных культур. Дифференцированное применение удобрений возможно осуществлять по двум технологиям [42, 43]: *on-line* технология или RT-технология, при которой удобрения вносятся избирательно без предварительного картографирования, а доза удобрений определяется непосредственно перед внесением; *off-line* технология, при которой применение различных доз удобрений осуществляется с использованием предварительно созданных карт-заданий. Именно *off-line* технология наиболее точно соответствует концепции точного земледелия, обеспечивая максимальную экономию ресурсов за счет использования возможностей современных информационных технологий. Ее внедрение в конкретном сельскохозяйственном предприятии должно предусматривать прохождение четырех последовательных этапов: 1 – создание базы геопространственных данных, содержащей сведения об основных почвенных параметрах полей и отдельных элементарных участков, и цифровых карт полей севооборотов; 2 – идентификация и делинеация менеджмент-зон в пределах отдельных полей севооборота; 3 – разработка электронных карт-заданий для дифференцированного внесения минеральных удобрений; 4 – дифференцированное внесение удобрений в режиме *off-line*, когда бортовой компьютер агрегата считывает информацию с карты-задания и управляет положением дозирующих заслонок, увеличивая или уменьшая подачу удобрений. На примере РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» установлено, что за счет перераспределения дозы удобрений под планируемый урожай сельскохозяйственных культур в пределах отдельных полей севооборота на площади 1411,76 га с учетом идентифицированных менеджмент-зон возможно сэкономить от 2,5 до 21,8 кг/га действующего вещества фосфора и от 0,9 до 26,7 кг/га действующего вещества калия. Максимальная экономия фосфорных удобрений достигается при применении их под озимую пшеницу, кукурузу на силос и горох, выращиваемый на зерно, а калийных – при применении под озимую пшеницу, сахарную свеклу и тритикале яровую. Дифференцированное применение фосфорных и калийных минеральных удобрений позволяет повысить рентабельность выращивания озимых зерновых на 2,2 %, сахарной свеклы – на 1,3 %, рапса на маслосемена – на 1,1 %, пивоваренного ячменя – на 0,8 %.

Заключение

Для обеспечения энергоресурсосбережения и экологизации современного аграрного производства Беларуси необходимо широкое внедрение системы точного земледелия либо ее отдельных элементов.

Среди факторов, способствующих широкому внедрению точного земледелия в аграрном производстве страны, следует отметить наличие более 1380 сельскохозяйственных предприятий со средним размером землепользований свыше 5,3 тыс. га, имеющих государственную поддержку, а также высокоразвитое сельскохозяйственное машиностроение.

Одной из основных причин, препятствующих широкой имплементации точного земледелия, является существующая система внутривладельческого землеустройства, ориентированная на традиционное энерго- и ресурсозатратное земледелие и не учитывающая наличия неоднородностей в пределах отдельного поля либо земельного участка.

Учитывая тот факт, что земли сельскохозяйственного назначения в Беларуси являются исключительной собственностью государства, внедрение точного земледелия на базе любого землепользования невозможно без внедрения цифрового землеустройства. В связи с этим одной из основных функ-

ций современного внутрихозяйственного землеустройства должно стать выделение однородных по агрофизическим и агрохимическим свойствам почв и агротехнологическим характеристикам участков пахотных земель для оптимизации сельскохозяйственного землепользования с учетом требований высокорентабельных сельскохозяйственных культур.

Наиболее перспективными для внедрения в Беларуси элементами технологии точного земледелия являются дифференцированное внесение минеральных удобрений и химических мелиорантов, а также использование данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения для мониторинга развития и прогноза продуктивности сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мысльва, Т. Н. Практические аспекты использования методов геопространственного анализа в землеустройстве и земельном кадастре / Т. Н. Мысльва, О. А. Куцаева // *Земля Беларуси*. – 2018. – №3. – С. 14–18.
2. Daheim, C. Precision agriculture and the future of farming in Europe / Daheim C., Poppe K., Schrijver R. – Directorate-General for Parliamentary Research Services, 2016. – 274 p.
3. Zarco-Tejada, P. J. Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the cap 2014-2020 / P. J. Zarco-Tejada, N. Hubbard, Ph. Loudjani. – Joint Research Centre of the European Commission, Brussels, 2014. – 57 p.
4. EU agricultural outlook for markets and income, 2018-2030 / European Commission. – DG Agriculture and Rural Development, Brussels, 2018. – 128 p.
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Минск. – 2019. – 212 с.
6. Куцаева, О. А. Создание менеджмент-зон для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием инструментов геостатистики / О. А. Куцаева // *Вестник БГСХА*. – 2020. – №2. – С. 176–181.
7. Якушев, В. В. Точное земледелие: теория и практика: монография / В. В. Якушев. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – 364 с.
8. Maloku D. Adoption of precision farming technologies: USA and EU situation / D. Maloku // *Practical Application of Science*. – 2020. – Vol. VIII. – Issue 22. – P. 7–14.
9. Pierce, F. J. Site Specific Management: The Pros, the Cons, and the Realities / F. J. Pierce, P. C. Robert, G. Mangold / *Proceedings of the Integrated Crop Management Conference*. – Iowa State University: Iowa State Univ. Press, Ames, 1994. P. 17–21.
10. Robert, P. C. Site-specific management for agricultural systems / P. C. Robert, R. H. Rust, W. E. Larson. – *Proceedings of the 2-nd International Conference on Precision Agriculture (March 27-30, 1994, Minneapolis, USA)*. – Department of Soil Science and Minnesota Extension Service: University of Minnesota. 1995. – P. 13.
11. Stafford, J. V. Essential technology for precision agriculture / J. V. Stafford / In: *Precision Agriculture*. – *Proceedings of the 3-d International Conference on Precision Agriculture (June 23-26, 1996, Madison, USA)*. – Department of Soil Science and Minnesota Extension Service: University of Minnesota. 1996. – P. 595–604.
12. Johansen, C. J. Overview of precision farming / C. J. Johansen // In: *Proceedings of Information Ag Conference*. Champaign, IL, July, 1996. – P. 53–54.
13. Missouri precision agriculture research and education // N. R. Kitchen, K. A. Sudduth, S. J. Birrel, S. C. Borgelt / In: *Precision Agriculture*. – *Proceedings of the 3-d International Conference on Precision Agriculture (June 23–26, 1996, Madison, USA)*. – Department of Soil Science and Minnesota Extension Service: University of Minnesota, 1996. – P. 1091–1100.
14. National Research Council Precision agriculture in the 21st century: geospatial and information technologies in crop management / Washington, D.C., USA: National Academy Press, 1997. – 168 p.
15. Pierce, F. J. The state of site-specific management for agriculture / F. J. Pierce, E. J. Sadler / *The state of site-specific management for agriculture*. – Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, 1997. – P. 1–18.
16. Lowenberg-DeBoer, J. Economics of Site-Specific management in agronomic crops / J. Lowenberg-DeBoer, S. M. Swinton / In: *The state of site-specific management for agriculture*. – Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, 1997. – P. 369–396.
17. Olson, K. Precision agriculture: current economic and environmental issues / K. Olson / In: *Proceedings of the 6-th Joint Conference on Food, Agriculture and the Environment (31 August–2 September 1998, University of Minnesota, St. Paul, USA)* – Department of Soil Science and Minnesota Extension Service: University of Minnesota, 1998. – P. 213–220.
18. Pierce, F. J. Aspects of precision agriculture / F. J. Pierce, P. Nowak // *Advances in Agronomy*. – 1999. – Vol. 67. – P. 1–85.
19. McBratney, A. B. PV or not PV? / A. B. McBratney, J. A. Taylor / *Proceedings of the Fifth International Symposium on Cool Climate Viticulture and Oenology*. – Melbourne, Australia, 2000. – P. 10.
20. Robert, P. C. Site-specific management for the twenty-first century / P. C. Robert // *Horticulture Technology*. – 2000. – Vol. 10(3). – P. 444–447.
21. Whelan, B. M., The «null hypothesis» of precision agriculture management / B. M. Whelan, A. B. McBratney // *Precision Agriculture*. – 2000. – Vol. 2(3). – P. 265–279.
22. McBratney, A. B. Precision Ag - Oz style / A. B. McBratney, B. M. Whelan / In: *First Australian Geospatial Information and Agriculture Conference*. – Sydney, Australia, 2001. – P. 274–282.
23. Plant, R. E. Site-specific management: the application of information technology to crop production / R. E. Plant // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2001. – №30 (1–3). – P. 9–29.
24. US House of representatives. US code. Title 7-Agriculture. Chapter 103-Agricultural research, extension, and education reform. Subchapter II-New agricultural research, extension, and education initiatives. – 2002. – Section 7623. (a) Definitions. – Washington, USA.
25. Precision farming: challenges and future directions / A. Dobermann, B. S. Blackmore, S. Cook, V. I. Adamchuk / In: *New Directions for a Diverse Planet. Proceeding of 4-th International Crop Science Congress*. – Brisbane, Australia, 2004. – P. 1–19.
26. McBratney, A. B. Future directions of precision agriculture / A. B. McBratney, B. Whelan, T. Ancev, J. Bouma // *Precision Agriculture*. – 2005. – Vol. 6(1). – P. 7–23.

27. Srinivasan, A. Handbook of precision agriculture. Principles and applications / A. Srinivasan. – New York: The Haworth Press Inc., 2006. – 683 p.
28. Whelan, B. Current status and future directions of PA in Australia / B. Whelan / In: Proceedings of the 2-nd Asian Conference on Precision Agriculture (2-4 August 2007, Pyeongtaek, Korea). – Pyeongtaek, 2007. – p. 60–71.
29. Khosla, R. The 9-th International Conference on Precision Agriculture opening ceremony presentation / R. Khosla, Proceedings of the 9-th International Conference on Precision Agriculture (July 20-23rd, 2008, Fort Collins, USA). – Colorado: Colorado State University, 2008. – P. 1–3.
30. Gebbers, R. Precision agriculture and food security / R. Gebbers, V. I. Adamchuk // Science. – 2010. – Vol. 327. – P. 828–831.
31. Fountas, S. Precision Agriculture / S. Fountas, K. Aggelopoulou, T. A. Gemtos / In: Supply Chain Management for Sustainable Food Networks. – Chichester, UK: John Wiley and Sons, 2015. – P. 41–65.
32. Precision Ag Definition - Language Modal. – [Электронный ресурс]. – Официальный сайт Международного объединения точного земледелия (ISPA) – Режим доступа: www.ispag.org/about/definition
33. Precision agriculture technologies positively contributing to ghg emissions mitigation, farm productivity and economics / A. Balafoutis, B. Beck, S. Fountas [et al] // Sustainability. – 2017. – Vol. 9. – P. 2–28.
34. Adoption of precision agriculture technologies in developed and developing countries / S. M. Say, M. Keskin, M. Sehri, Y. E. Sekerli / International science and technology conference, July 17-19, 2017, Berlin, Germany; August 16–18, 2017 Cambridge, USA. – P. 41–49.
35. Keskin, M. Factors affecting the adoption of precision agriculture technologies and the usage rate of these technologies in the world / M. Keskin // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2013. – №9. – С. 263–272.
36. Keskin, M. Awareness and adoption of precision agriculture in the Cukurova region of Turkey / M. Keskin, Y. E. Sekerli // Agronomy Research. – 2016. – Vol. 14(4). – 1307–1320.
37. Tey, Y. S. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications / Y. S. Tey, M. Brindal // Precision Agriculture. – 2012. – Vol. 13. – P. 713–730.
38. Doerge, T. A. Management zone concepts. The site-specific management guidelines / T. A. Doerge / Potash and Phosphate Institute: South Dakota State University, 1999. – P. 1–4.
39. Edge, B. An economic-theory-based approach to management zone delineation / B. Edge. – In: Poster Proceedings of the 12th European Conference on Precision Agriculture, July 8–11, 2019, Montpellier, France. – P. 56–57.
40. Management zone delineation using a modified watershed algorithm / P. Roudier, B. Tisseyre, H. Poilvé, J. M. Roger // Precision Agriculture. – 2008. – Vol. 9(5). – P. 233–250.
41. Schimmelpfennig, D. Sequential adoption and cost savings from precision agriculture / D. Schimmelpfennig, R. Ebel // Journal of Agricultural and Resource Economics. – 2016. – Vol. 41(1). – P. 97–115.
42. Дифференцированное внесение удобрений в системе точного земледелия / В. А. Любич, С. В. Попов, Ф. Г. Бакиров [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 33. – №. 1–1. – С. 73–75.
43. Трубачева, Е. А. Оценка экономической эффективности инвестиций сельхозпредприятия во внедрение системы дифференцированного внесения удобрений / Е. А. Трубачева, М. Е. Трубилин // Кант. – 2014. – №4(13). – С. 35–37.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КРУГОЗОР

УДК 631.8:632

НОВЫЕ ВИДЫ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ В АДАПТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

А. В. ШАРАПОВ

*ООО «Природные гуматы»,
г. Минск, Республика Беларусь*

А. Н. ГАВРИЛЮК

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В. Н. БОСАК, Т. В. САЧИВКО

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, e-mail: bosak1@tut.by, sachyuka@rambler.ru*

(Поступила в редакцию 14.03.2020)

Одним из наиболее перспективных видов органических и органоминеральных удобрений являются гуминовые удобрения, которые с успехом могут применяться как в традиционном, так и экологическом земледелии [1–17].

Гуминовые вещества возникают в результате природных процессов разложения органических остатков в почве. Именно эти вещества являются накопителями плодородия почв, обладают способностью влиять на обменные процессы, выделяя в почвенный субстрат физиологически активные вещества и элементы питания, обеспечивающие интенсивное развитие почвенной микробиоты, растительных организмов и биоценозов в целом.

К гуминовым веществам относятся гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумин. Гуминовые кислоты представляют собой смесь слабых органических кислот, которые нерастворимы в воде в нейтральной и кислой средах, но растворимы в растворах щелочей. Гуминовые кислоты легко образуют соли (гуматы) с неорганическими макро- и микроэлементами, образуя доступные для растений формы. В природных условиях гуматы образуют практически нерастворимые соли с кальцием, магнием, железом и др., поэтому их молекулы блокированы. Они не могут усваиваться растениями, поэтому при производстве гуминовых удобрений их необходимо перевести в растворимую форму.

При производстве гуминовых веществ используются различные виды как природного, так и вторичного сырья. К природным видам сырья относятся: угли (леонардит), горючие сланцы, торф, сапропель. К вторичным видам сырья можно отнести лигнин, вермикомпосты и ряд других промышленных и сельскохозяйственных органических отходов. Основными препаративными формами продукта могут быть как растворы, так и порошок [2, 6, 9, 10].

В Республике Беларусь планируется производство новых видов гуминовых удобрений ГУМАНАТ (HUMANAT).

Основой для производства новых видов гуминовых удобрений с общей торговой маркой HUMANAT (ГУМАНАТ) служит концентрированный экстракт биологического активного торфа (порошок), который содержит повышенное количество гумусовых соединений (не менее 75 мас. %) с заданным размером частиц (10–200 мкм) (табл.).

Для производства новых видов гуминовых удобрений HUMANAT может использоваться также водный или коллоидный раствор солей гуминовых веществ и других органических составляющих (экстракт торфа), которые являются промежуточным компонентом производства концентрированного экстракта биологически активного торфа.

Применяют экстракт биологически активного торфа или порошок на его основе в качестве компонентов при производстве гуминосодержащих органических удобрений PiP (peat in peat – торф в торфе) (HUMANAT L, HUMANAT F) или органоминеральных удобрений (HUMANAT LM, HUMANAT FMN, HUMANAT FM).

Основная форма предлагаемых твердых органических и органоминеральных удобрений HUMANAT – комковато-зернистая. При необходимости полученную смесь гранулируют либо методом экструзии, либо прессованием, либо окатыванием.

В группу новых видов гуминовых удобрений входят следующие виды органических и органоминеральных удобрений:

– HUMANAT L: органическое удобрение – концентрированный экстракт торфа с содержанием гуминовых веществ не менее 5 %, жидкость; применяется для некорневой обработки растений, в т. ч. в составе баковых смесей;

– HUMANAT LM: органоминеральное удобрение – концентрированный экстракт биологически активного торфа с добавлением NPK (2:2:2), жидкость; применяется для некорневой обработки растений;

– HUMANAT F: органическое удобрение – измельченный низовой торф высокой степени разложения, активированный экстрактом торфа (3 % свободных ГВ в готовом продукте, влажность 20 %, общее количество гуминовых веществ не менее 50 %, комковато-зернистая смесь (КЗС); применяется для основного внесения под все виды сельскохозяйственных культур для увеличения их урожайности и качества, а также для повышения почвенного плодородия;

– HUMANAT FMN: органоминеральное азотное удобрение пролонгированного действия, содержит 20 % общего азота (КАС) по массе, кристаллы гуматов и азота размещены в торфяной матрице (в порах торфа), КЗС; применяется для основного внесения и в подкормку под все виды сельскохозяйственных культур для увеличения их урожайности и качества, а также для повышения почвенного плодородия;

– HUMANAT FM: органоминеральное смешанное комплексное удобрение пролонгированного действия, смесь HUMANAT F с минеральными удобрениями (NPK 8:4:8); применяется для основного внесения под все виды сельскохозяйственных культур для увеличения их урожайности и качества, а также для повышения почвенного плодородия.

Таблица. Средние качественные показатели концентрированного экстракта биологически активного торфа

Показатель	Единица измерения	Фактическое значение показателя
Массовая доля влаги	масс. %	9,00–9,20
Массовая доля гуминовых кислот	на сухое вещество, масс. %	16,15–16,45
Массовая доля фульвокислот	на сухое вещество, масс. %	63,30–63,60
Массовая доля гуминовых веществ	на сухое вещество, масс. %	79,45–80,05
Кислотность, pH	единицы pH	8,10–8,30
Содержание общего азота	% на сухое вещество	2,85–2,95
Содержание общего азота	% на сухое вещество	2,90–3,15
Содержание общего фосфора	% на сухое вещество	0,60–0,65
Содержание общего калия	% на сухое вещество	6,70–6,97

При необходимости возможно производство удобрений HUMANAT с другим заданным соотношением NPK или добавками требуемых микроэлементов (Cu, Zn, Mn, B, Mo и др.) в зависимости от биологических особенностей возделываемых культур и конкретных почвенно-климатических условий.

По результатам полевых исследований, проведенных в УО БГСХА, применение препарата HUMANAT существенно увеличило урожайность зеленой массы пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в фазу технологической спелости [10]. Некорневая обработка посевов экстрактом биологически активного торфа (HUMANAT) в дозе 2 л/га в фазу ветвления увеличила урожайность зеленой массы иссопа лекарственного сорта Завейя на 0,11 кг/м², зеленой массы душицы обыкновенной сорта Завіруха – на 0,09 кг/м², зеленой массы лука душистого сорта Водар – на 0,12 кг/м² при общей урожайности зеленой массы в вариантах с применением препарата HUMANAT 1,75 (иссоп лекарственный), 1,98 (душица обыкновенная) и 1,86 (лук душистый) кг/м².

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
3. Босак, В. Н. Подготовка специалистов по органическому сельскому хозяйству: опыт университета Хоэнхайм / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, С. А. Носкова // Вестник БГСХА. – 2017. – № 1. – С. 147–149.
4. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
6. Максимова, С. Л. Применение жидких гуминовых удобрений на основе биогумуса в интенсивном земледелии: рекомендации / С. Л. Максимова, В. Н. Босак, Е. Г. Лузин; НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2014. – 18 с.
7. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 16 с.
8. Основы органического производства / М. М. Добродькин [и др.]. – Минск: Бонем, 2018. – 212 с.
9. Применение вермикомпоста (биогумуса) в интенсивном земледелии: рекомендации / С. Л. Максимова [и др.]; НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2011. – 19 с.
10. Применение новых видов гуминовых удобрений в агробиоценозах: рекомендации / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 14 с.
11. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 51 с.
12. Применение органических удобрений в севооборотах: рекомендации / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2006. – 20 с.
13. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
14. Состав и эффективность различных видов органических удобрений / В. Н. Босак [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 6. – С. 39–42.
15. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
16. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
17. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 S.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

КАФЕДРЕ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ 100 ЛЕТ

Г. И. ВИТКО, Н. А. ДУКТОВА

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

(Поступила в редакцию 20.11.2020)

Подготовка профессиональных специалистов высшей квалификации по селекции, семеноводству и генетике сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь проводится только в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». А первые исследования по сортоиспытанию и изучению новых видов культурных растений были проведены еще в 1842 году на организованном опытном поле Горы-Горецкой земледельческой школы. В испытание тогда было включено около 75 сортов картофеля зарубежного, российского и местного происхождения, из которых в 1845 году по результатам 4-летних всесторонних оценок было отобрано и описано 38 из них для размножения и возделывания в имениях и крестьянских хозяйствах. В 1846–1947 гг. были проведены испытания сортов пшеницы, ячменя, овса и клевера.

В 1920 году была организована кафедра селекции и семеноводства. Для руководства организованной кафедрой был приглашен профессор К. Г. Ренард, директор Энгельгардовской опытной станции Смоленской области известный селекционер, автор сортов льна-долгунца. На заре своего становления кафедра активно занималась не только селекцией сельскохозяйственных растений, но и семеноводством, разработкой инструкций по апробации семеноводческих посевов. В результате этой работы с 1927 года впервые в Беларуси были апробированы сортовые посевы на площади около 6 тыс. га в 327 совхозах и крестьянских хозяйствах 34 районов. В зависимости от потребности производства на кафедре была организована селекция льна-долгунца, кукурузы, клевера, топинамбура, галеги восточной, фасоли, люпина узколистного, желтого, белого, кормовых бобов, вики, ячменя, озимой ржи, овса, пшеницы мягкой и твердой и др.

На протяжении столетия кафедрой заведовали: К. Г. Ренард (1920–1927 гг.), Г. Р. Рего (1927–1932 гг.), А. И. Лаппо (1932–1938 гг., 1945–1949 гг.), Н. М. Завадский (1949–1957 гг.), В. Н. Ковалев (1957–1965 гг.), А. М. Богомоллов (1965–1976 гг.), Г. И. Таранухо (1976–2009 гг.), Е. В. Равков (2009–2019 гг.), Г. И. Витко (с 2019 по н. в.).

В настоящее время на кафедре работают опытные и высококвалифицированные преподаватели и учебно-вспомогательный персонал. В юбилейном для себя году кафедра представлена следующим коллективом: заведующий кафедрой, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Г. И. Витко; доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. И. Бушуева; доценты, кандидаты сельскохозяйственных наук Е. В. Равков, Н. Г. Таранухо, М. Н. Авраменко; ассистенты Ю. С. Малышкина, Д. В. Гатальская (по совместительству) Один преподаватель имеет ученую степень доктора сельскохозяйственных наук, четверо – ученую степень кандидата сельскохозяйственных наук, один преподаватель – без степени. На данный момент процент остепененности профессорско-преподавательского состава составляет 83 %. С сентября 2020 года ушел на заслуженный отдых, но продолжает руководить аспирантами доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН Беларуси, профессор Г. И. Таранухо, который треть века был заведующим кафедрой.

Учебно-вспомогательный состав, включающий заведующего учебной лабораторией генетики и селекции С. В. Романькову и лаборанта I категории М. М. Хизанейшвили, укомплектован специалистами с высшим образованием, которые обеспечивают учебный процесс не только методической и учебной литературой, но и содержат в надлежащем состоянии обширную учебную коллекцию сельскохозяйственных растений.

Кафедра ведет подготовку студентов на агрономическом и агроэкологическом факультетах по следующим специальностям: 1-74 02 01 Агрономия (I и II степени обучения), 1-74 02 02 Селекция и семеноводство, 1-74 02 03 Защита растений и карантин, 1-74 02 04 Плодоовощеводство, 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение, 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства. Для студентов, обучающихся по этим специальностям, преподаются 15 теоретических и специальных дисциплин.

За последние 5 лет коллективом кафедры подготовлено и издано более 40 учебных программ, 10 учебно-методических пособий с грифом УМО (в т. ч. 1 курс лекций, 2 лабораторных практикума, 7 учебно-методических пособий), 1 учебно-методическое пособие с грифом МО, 10 учебно-методических комплексов (в т. ч. 3 ЭУМК), 1 рекомендации, 5 методических разработок.

Под руководством профессора Г.И. Таранухо было выполнено 19 кандидатских и 1 докторская диссертация, под руководством профессора В. И. Бушуевой – 2 кандидатские диссертации. В настоящее время обучение в докторантуре, аспирантуре и магистратуре проходит 1 докторант (научный руководитель – В. И. Бушуева), 4 аспиранта (научные руководители – Г. И. Таранухо, В. И. Бушуева, Е. В. Равков), 4 магистранта (научные руководители – Е. В. Равков, Н. Г. Таранухо, Г. И. Витко).

Преподаватели и сотрудники кафедры принимают участие в проведении научных исследований по селекции и семеноводству различных сельскохозяйственных культур. На кафедре выполняются две научные темы, заказчиком которых является Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь: «Использование биотипического отбора для формирования высокоурожайных экологически адаптированных сложногибридных сортов-популяций клевера лугового и галеги восточной разной спелости» (ГПНИ, руководитель: Бушуева В. И.), «Создание и изучение исходного селекционного материала для последующего выведения высокопродуктивных сортов белого люпина адаптивных к условиям Республики Беларусь» (ГПНИ, руководитель Равков Е. В.). Кроме этого, преподаватели кафедры являются исполнителями по теме «Создание национального банка генетических ресурсов растений для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сохранения и обогащения культурной и природной флоры Беларуси». Инициативные исследования проводятся по 7 темам, касающимся оценки коллекционного материала и создания исходного материала зернобобовых и зерновых культур. За последние 5 лет сотрудниками кафедры опубликовано более 90 научных статей, в т. ч. 35 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Сотрудниками кафедры созданы сорта следующих сельскохозяйственных культур: желтый люпин – Академический 1, Мотив 369, Пружанский, БСХА 382, Ресурс 720, Еврантус, узколистный люпин (кормовой) – Резерв 884, Бисер 347, узколистный люпин (на зеленое удобрение) – Сидерат 892, Синий 16, озимая рожь – Беньяконская, озимая пшеница – Авангардная, Приозерная, Могилевская, Академическая, Перамога, ячмень яровой – Симба, кукуруза – Днепровский 181 СВ, Людмила СВ, Бемо 210 СВ, Бемо 172 СВ, Кремень 200 СВ, Порумбень 212 СВ, клевер луговой – Мерея, ТОС-870, ГПТТ-ранний, галега восточная – Нестерка, БГСХА 2. Проходят государственное сортоиспытание сорт ярового ячменя Страж 110, сорта белого люпина Росбел и Мара люпина. Кафедра осуществляет международное сотрудничество в рамках выполнения НИР с ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса и ВНИИ люпина (сейчас ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»). Основным направлением деятельности является обмен селекционным материалом зернобобовых культур и многолетних бобовых трав. Результатом данной деятельности является создание совместных сортов клевера лугового ТОС-870 и люпина белого Росбел. При кафедре функционирует студенческая научно-исследовательская лаборатория «Селекционер». Руководитель лаборатории – кандидат с.-х. наук, доцент М. Н. Авраменко. По результатам научных исследований за последние годы опубликовано более 75 студенческих статей в сборниках статей по материалам Международных научно-практических конференций, подготовлено 10 студенческих научных работ на республиканский конкурс.

Для обеспечения учебного процесса и научно-исследовательской работы кафедра имеет 13 аудиторий, из них 5 являются учебными. На селекционном опытном поле кафедры площадью 6 га и здании пункта очистки семян на территории учхоза имеются здания с пристройками для проведения НИР и НИРС, хранения селекционного материала и техники для осуществления посева, ухода за посевами, уборки, сушки и сортировки коллекционного и селекционного материалов, используемого для научных и учебных целей. Для качественной подготовки студентов на кафедре функционирует филиал кафедры на ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция», материально-техническая база которой используется для ознакомления студентов с организацией системы государственного сортоиспытания и использования новых сортов при изучении сортоведения, семеноведения, селекции и семеноводства.

Все педагогические работники кафедры принимают активное участие в воспитательном процессе, являются кураторами студенческих групп специальности Селекция и семеноводство, проводят про-ориентационную работу, входят в состав консультационных групп и оказывают консультативную помощь сельскохозяйственным предприятиям, участвуют в чтении лекций по повышению квалификации специалистов и руководителей. Сегодня коллектив кафедры селекции и генетики – это профессиональная команда, увлеченная творческим процессом созидания, поэтому свой вековой юбилей мы встречаем с новыми реально выполнимыми планами в будущем. Желаем кафедре селекции и генетики развития и процветания, а высокопрофессиональному и сплоченному коллективу кафедры – оптимизма и творческих успехов, здоровья и благополучия! С юбилеем!

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 сельскохозяйственно-го 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 в 2-х экземплярах на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bгаа@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, абзационный 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 (не более трех)** 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 (не более трех)** вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм); **список литературы** должен быть 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); **инициалы и фамилия автора (авторов); название** должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким; **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; 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 редколлекцией. 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 беспроцентное 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 Национального Казахского аграрного университета.

Курдеко А. П., доктор ветеринарных наук, профессор, проректор по научной работе и международным связям, директор Агротехнологического хаба 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.

Шандор М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западнонгергерского 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.

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 кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства, 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 технической 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-bгаа@yandex.ru*

© **Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020**

Подписано в печать 21.12.2020 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 19,53 Уч.-изд. л. 17,14 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**