

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2025 № 2

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

Е. Н. Клипперт, И. В. Журова. Организационно-методические положения учета расчетов по обязательному страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой.....	5
Ху Юйфэй. Теоретико-методические основы совершенствования управления аграрными корпорациями КНР.....	9
Т. А. Куруленко. Амортизация основных средств как инструмент управления затратами	13
А. А. Гайдуков. Методические подходы к детерминированному факторному анализу эффективности использования средств на оплату труда.....	17
Е. В. Кокиц. Факторы и перспективы развития свеклосахарного подкомплекса в Республике Беларусь	21
Лю Хуэйцзин. Анализ модернизационного преобразования каналов распределения сырьевых соевых бобов: инновационные модели и тенденции развития	25
Е. А. Гудкова, С. В. Гудков. Современные подходы к бухгалтерскому учету обязательств	29

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Ж. А. Рупасова, С. Н. Авраменко, А. В. Ушакова, А. С. Саян, Н. Б. Павловский, О. В. Дрозд, А. Г. Павловская, Т. В. Шпитальная, П. Н. Белый. Генотипические особенности трансформации биохимического состава плодов <i>Vaccinium corymbosum</i> L. в процессе хранения в обычной газовой среде при низких положительных температурах	34
В. А. Волинцева, В. И. Бушуева, Д. А. Дрозд. Оценка влияния орошения на облиственность и площадь листовой поверхности галеги восточной	42
В. В. Чугаева, А. С. Будько, О. Н. Карпович. Хозяйственная и биологическая характеристика нового сорта озимой тетраплоидной ржи Залесная	47
Е. В. Сачивко, Н. В. Барбасов, С. В. Егоров. Особенности биохимического состава различных видов капусты огородной	51
А. А. Кулешова. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна и муки яровой тритикале	56
А. Л. Исакова, В. И. Немтинов, Ю. Н. Костанчук. Характеристика сортов нигеллы белорусской селекции, выращенных в условиях предгорной зоны Крыма	60
Т. М. Богдан, В. З. Богдан, М. А. Литарная, С. А. Иванов. Сравнительное испытание селекционных сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения в условиях северо-востока Республики Беларусь.....	65

С. В. Курзенков, Чжан Сяньлэй (Zhang Xianlei). Семеноводство республики Беларусь и Китая, его нормативное сопровождение, структура и организация	70
А. В. Дубина, В. В. Скорина. Продуктивность земляники садовой в зависимости от сорта и способов полива	77
М. Д. Ракова, Т. И. Пятакова, И. В. Налетов. Влияние микробиологических инокулятов на морфобиологические показатели гороха посевного (<i>Pisum sativum</i> L.) в условиях культивации на жидких субстратах	81
В. В. Скорина, Дэн Жуцзе. Сравнительная оценка сортов дайкона по урожайности в условиях северо-восточной части Беларуси	85
И. В. Налетов, В. С. Заяц. Биометрические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской (<i>Lobularia maritima</i> L.): типы наследственности и изменчивости генотипов	90
В. А. Емелин, Б. В. Шелюто. Семенная продуктивность и динамика всходов сильфии пронзеннолистной в зависимости от способа уборки семян, порядка расположения корзинок в дихазии и возраста посевов	95
Е. Л. Ионас, М. Н. Шагитова, И. С. Чуль, Д. С. Курилин. Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на продуктивность картофеля в условиях северо-восточной части Беларуси	101
Чжао Сюэпин, Б. В. Шелюто. Содержание и оценка аминокислот в листьях сильфии пронзеннолистной первого года жизни в зависимости от типа почв и уровня азотного питания	106
М. А. Пастухова, Б. В. Шелюто. Градация травяных кормов Брестской области по содержанию цинка	111
А. Г. Хмарский, М. М. Добродькин, И. Г. Пугачева, Т. В. Никонович, Н. Ю. Лещина, А. М. Добродькин, А. В. Кильчевский. Биология цветения и семенная продуктивность линий томата черри с функциональной мужской стерильностью	116
О. В. Новикова, М. М. Добродькин, Н. А. Невестенко, А. В. Кильчевский. Проявление эффекта гетерозиса по хозяйственно ценным признакам у гибридов F ₁ перца сладкого в защищенном грунте	122

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Л. И. Ковалевская, В. Ф. Ковалевский. Анализ воздействия клавиши соломотряса на солоmistую массу в варианте типового кинематического режима	128
А. Н. Карташевич, Е. А. Кызласов. Улучшение показателей дизельного топлива с использованием присадок	134
Л. И. Ковалевская, В. Ф. Ковалевский. Анализ цикла движения солоmistой массы под действием клавиш соломотряса зерноуборочного комбайна с дополнительным усилием воздействия пальцев активатора на солоmistый ворох	141

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

С. М. Комлева, Н. В. Напреенко. Комплексный проект организации территории и использования земель крестьянских (фермерских) хозяйств на примере хозяйства «щедрые просторы» Могилевской области	147
В. А. Волынцева, Д. А. Дрозд. Оценка влияния дополнительного увлажнения на водопотребление га-леги восточной в условиях северо-восточной части Республики Беларусь	153
О. В. Тишкович. Влияние водной эрозии почв пахотных земель на агрохимические показатели на примере РУП «Учхоз БГСХА»	156
В. М. Лукашевич, А. А. Константинов. Формирование контура увлажнения при капельном поливе и способ его корректирования	162
В. И. Желязко, В. В. Копытовский. Совершенствование полива дождеванием на специализированных мелиоративных системах животноводческими стоками	168
В. И. Желязко, С. В. Набздоров. Влияние оросительной нормы на прибавку урожайности сахарной свеклы	174
А. А. Константинов, В. М. Лукашевич. Получение высоких урожаев овощей в условиях капельного полива	179

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

И. С. Прохоров, И. И. Прохорова, Л. Н. Пирумова. Научная периодика в подготовке кадров аграрного профиля	184
---	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Т. Л. Хроменкова. Горфинкель Израиль Шмеерович ученый, патриот, учитель (посвящается 115-летию со дня рождения)	192
--	-----

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2025 № 2

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

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

E. N. Klippert, I. V. Zhurova. Organizational and methodological provisions for accounting of settlements on mandatory insurance of crops, livestock and poultry with state support	5
Hu Yufei. Theoretical and methodical foundations of improvement of management of Chinese agrarian corporations	9
T. A. Kurulenko. Depreciation of fixed assets as a cost management tool	13
A. A. Gaidukov. Methodical approaches to deterministic factor analysis of efficiency of using funds for labor payment	17
E. V. Kokits. Factors and prospects of development of beet sugar subcomplex in the Republic of Belarus	21
Liu Huijing. Analysis of modernization transformation of channels of raw soybeans distribution: innovation models and development trends	25
E. A. Gudkova, S. V. Gudkov. Modern approaches to accounting of liabilities	29

FARMING AND PLANT-GROWING

Zh. A. Rupasova, S. N. Avramenko, A. V. Ushakova, A. S. Saian, N. B. Pavlovskii, O. V. Drozd, A. G. Pavlovskaya, T. V. Shpitalnaia, P. N. Belyi. Genotypic features of transformation of biochemical composition of <i>Vaccinium Corymbosum</i> L. fruits in the process of storage in a normal gas medium at low positive temperatures	34
V. A. Volyntseva, V. I. Bushueva, D. A. Drozd. Estimation of the influence of irrigation on foliage and leaf surface area of <i>Galega orientalis</i>	42
V. V. Chugaeva, A. S. Budko, O. N. Karpovich. Economic and biological characteristics of the new variety of winter tetraploid rye <i>Zalesnaya</i>	47
E. V. Sachivko, N. V. Barbasov, S. V. Egorov. Features of biochemical composition of different types of cabbage	51
A. A. Kuleshova. The influence of macro-, micro-fertilizers and growth regulators on the yield and quality of grain and flour of spring triticale	56
A. L. Isakova, V. I. Nemtinov, Iu. N. Kostanchuk. Characteristics of <i>Nigella</i> varieties of Belarusian selection, grown in the conditions of foothill zone of Crimea	60

T. M. Bogdan, V. Z. Bogdan, M. A. Litarnaia, S. A. Ivanov. Comparative testing of selection variety samples of fiber flax of mutant origin in the conditions of the north-east of the Republic of Belarus.....	65
S. V. Kurzenkov, Zhang Xianlei. Seed breeding in the Republic of Belarus and China, its regulatory support, structure and organization.....	70
A. V. Dubina, V. V. Skorina. Productivity of garden strawberry depending on the variety and irrigation methods.....	77
M. D. Rakova, T. I. Piatakova, I. V. Naletov. The influence of microbiological inoculants on morpho-biological indicators of field pea (<i>Pisum sativum</i> L.) in the conditions of cultivation on liquid substrates	81
V. V. Skorina, Den Zhutse. Comparative assessment of daikon varieties according to productivity in the conditions of the north-eastern part of Belarus.....	85
I. V. Naletov, V. S. Zaiats. Biometric indicators of second generation hybrids of <i>Lobularia maritima</i> L.: types of heredity and genotypes variability.....	90
V. A. Emelin, B. V. Sheliuto. Seed productivity and dynamics of germination of <i>Silphium perfoliatum</i> depending on the method of seed harvesting, the order of heads in dichasia and age of crops	95
E. L. Ionas, M. N. Shagitova, I. S. Chul, D. S. Kurilin. The influence of new forms of fertilizers and growth regulators on potato productivity in the conditions of the north-eastern part of Belarus.....	101
Zhao Xueping, B. V. Sheliuto. The content and estimation of amino acids in leaves of <i>Silphium perfoliatum</i> of the first year of life depending on the type of soil and level of nitrogen feeding	106
M. A. Pastukhova, B. V. Sheliuto. Gradation of grass fodder of Brest region by zinc content	111
A. G. Khmarskii, M. M. Dobrodin, I. G. Pugacheva, T. V. Nikonovich, N. Iu. Leshchina, A. M. Dobrodin, A. V. Kilchevskii. The biology of flowering and seed productivity of lines of cherry tomato with functional male sterility	116
O. V. Novikova, M. M. Dobrodin, N. A. Nevestenko, A. V. Kilchevskii. Manifestation of heterosis effect according to economically valuable traits in F ₁ hybrids of sweet pepper in protected ground	122

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

L. I. Kovalevskaia, V. F. Kovalevskii. Analysis of the impact of straw walker key on straw mass in the typical kinematic mode.....	128
A. N. Kartashevich, E. A. Kyzlasov. Improvement of indicators of diesel fuel with the use of additives	134
L. I. Kovalevskaia, V. F. Kovalevskii. Analysis of the cycle of movement of straw mass under the action of straw walker keys of a grain harvesting combine with additional force of impact of activator fingers on straw heap.....	141

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

S. M. Komleva, N. V. Napreenko. Comprehensive project of territory organization and the use of lands of peasant (farmer) holdings on the example of the farm "Shchedrye Prostory" in Mogilev region	147
V. A. Volyntseva, D. A. Drozd. Estimation of the influence of additional irrigation on water consumption by <i>Galega orientalis</i> in the conditions of the north-eastern part of the Republic of Belarus.....	153
O. V. Tishkovich. The influence of water erosion of arable land soils on the agrochemical indicators on the example of RUE "Experimental Farm of BSAA"	156
V. M. Lukashevich, A. A. Konstantinov. Formation of moistening contour with drip irrigation and its correction method	162
V. I. Zheliazko, V. V. Kopytovskii. Improvement of sprinkler irrigation with livestock wastewater in specialized land reclamation systems	168
V. I. Zheliazko, S. V. Nabzdorov. The influence of irrigation rate on sugar beets yield increase	174
A. A. Konstantinov, V. M. Lukashevich. Obtaining high yields of vegetables in the conditions of drip irrigation.....	179

PAGES OF HISTORY

I. S. Prokhorov, I. I. Prokhorova, L. N. Pirumova. Scientific periodicals in the training of agrarian staff.....	184
---	-----

JUBILEE DATES

T. L. Khromenkova. Gorfinkel Israel Shmeerovich, scientist, patriot, teacher (on the 115 th anniversary of his birth).....	192
--	-----

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК [631.162:657]:368.042

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕТА РАСЧЕТОВ ПО ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ СТРАХОВАНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, СКОТА И ПТИЦЫ С ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКОЙ

Е. Н. КЛИППЕРТ, И. В. ЖУРОВА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 01021871@mail.ru*

(Поступила в редакцию 05.02.2025)

Страховая деятельность является одним из важнейших инструментов, обеспечивающих общую экономическую безопасность и стабильность, развитие предпринимательства, эффективную защиту от многочисленных природных, техногенных и иных рисков. Страхование – необходимый признак цивилизованной, современной и эффективной системы хозяйствования, в частности сельскохозяйственное страхование выступает необходимым условием обеспечения продовольственной безопасности, компенсации производственных потерь и улучшения финансового состояния организаций. Во многих развитых странах мира страхование сельскохозяйственных рисков является объектом пристального внимания и поддержки со стороны государства. Страхование в сельском хозяйстве имеет свои особенности, зачастую крупные потери не могут быть возмещены самими сельхозпроизводителями и страховыми организациями, поэтому необходима государственная поддержка сельскохозяйственного страхования. В Республике Беларусь в настоящее время сформирована эффективная система страхования аграрных рисков, однако ввиду отсутствия в нормативно-правовых актах четного порядка отражения сумм страховых взносов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы на счетах бухгалтерского учета возникают вопросы в отношении порядка учета данного вида расчетов. В статье рассмотрены актуальные вопросы состава организационно-методических положений учета расчетов по обязательному страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой.

Ключевые слова: сельскохозяйственное страхование, аграрные риски, имущественные интересы, бухгалтерский учет.

Insurance activity is one of the most important instruments ensuring general economic security and stability, development of entrepreneurship, effective protection from numerous natural, man-made and other risks. Insurance is a necessary feature of a civilized, modern and effective economic system, in particular agricultural insurance is a necessary condition for ensuring food security, compensating for production losses and improving the financial condition of organizations. In many developed countries of the world, agricultural risk insurance is the object of close attention and support from the state. Insurance in agriculture has its own characteristics, often large losses cannot be compensated by agricultural producers and insurance organizations themselves, therefore state support for agricultural insurance is necessary. In the Republic of Belarus, an effective system of agricultural risk insurance has been formed at present, however, due to the lack of an even procedure for reflecting the amounts of insurance premiums for the insurance of agricultural crops, livestock and poultry in the bookkeeping accounts in regulatory legal acts, questions arise regarding the procedure for accounting for this type of settlements. The article examines current issues of the composition of organizational and methodological provisions for accounting of settlements on compulsory insurance of agricultural crops, livestock and poultry with state support.

Key words: agricultural insurance, agricultural risks, property interests, accounting.

Введение

В настоящее время идет активизация процесса страхования в качестве важного инструмента управления рисками в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Действенный механизм сельскохозяйственного страхования, с одной стороны, рассматривается как необходимое условие обеспечения продовольственной безопасности страны, компенсации значительных производственных потерь от реализации природно-климатических рисков, улучшения финансового состояния и поддержания стабильности доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей. С другой стороны, развитие системы сельскохозяйственного страхования должно способствовать повышению ответственности сельскохозяйственных организаций за финансовые результаты их производственной деятельности.

Участие государства является важным фактором для успешности внедрения системы сельскохозяйственного страхования.

В целях обеспечения продовольственной и экономической безопасности государства, создания благоприятных условий для развития аграрного сектора экономики, защиты имущественных интересов производителей сельскохозяйственной продукции с 1 января 2008 года в Республике Беларусь введено обязательное страхование урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой, что закреплено Указом Президента Республики Беларусь от 31. 12.2006 г. № 764 (ред. от 21.01.2014).

Развитие страховой деятельности является неотъемлемой частью современной экономической структуры, привнося в нее элементы финансовой стабильности и управления рисками. В контексте бухгалтерского учета страховой деятельности становится объектом особого внимания, требующего комплексного и точного подхода.

Целью исследования стало изучение организационно-методических положений учета расчетов по обязательному страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой.

Информационный материал для написания статьи получен на основании изучения научных публикаций и других периодических изданий аналитического характера [1–6]

Основная часть

Перечень сельскохозяйственных культур, скота и птицы, подлежащих обязательному страхованию, а также страховые тарифы по обязательному страхованию сельскохозяйственной продукции ежегодно утверждаются Президентом Республики Беларусь. Обязательное страхование распространяется не на все виды сельскохозяйственных культур и животных, выращиваемых в Республике Беларусь, а только на основные, имеющие стратегическое значение для обеспечения продовольственной и сырьевой безопасности государства. Так в 2024 году страховались сельскохозяйственные культуры: озимый рапс; лен-долгунец; сахарная свекла; гречиха; озимый ячмень и сельскохозяйственные животные: племенное маточное поголовье: крупного рогатого скота (племенные коровы и племенные быки) субъектов племенного животноводства; свиней (племенные свиноматки и племенные хряки) субъектов племенного животноводства; родительское и прародительское стада племенных кур в племенных хозяйствах; маточное поголовье основных свиноматок (чистопородных и двухпородных), за исключением племенного маточного поголовья свиней.

С 1 января 2025 г. процент возмещения ущерба и затрат на пересев на 2025 год при гибели озимых сельскохозяйственных культур сева 2024 года на уровне 35 процентов; процент возмещения ущерба и затрат на пересев на 2025 год при гибели яровых сельскохозяйственных культур сева 2025 года на уровне 50 процентов; процент возмещения ущерба и затрат на пересев на 2025 год при гибели озимых сельскохозяйственных культур сева 2025 года на уровне 35 процентов; процент возмещения ущерба при гибели (падеже), экстренном убое (уничтожении), изъятии по решению местных исполнительных и распорядительных органов при ликвидации очагов заразных болезней принятых на страхование скота и птицы на 2025 год на уровне 100 процентов.

Механизм государственной поддержки обязательного страхования сельскохозяйственной продукции, скота и птицы определен постановлением Совета министров Республики Беларусь №1118 от 30.08.2007г. «О порядке уплаты 95 процентов страхового взноса по договору обязательного страхования с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы за счет средств республиканского бюджета, предусмотренных на развитие сельскохозяйственного производства, рыбоводства и переработки сельскохозяйственной продукции». Для заключения договора страхования страхователь обязан единовременно уплатить 5 % рассчитанного страхового взноса, а 95 % страховых взносов в установленные сроки должны поступить на расчетный счет страховой организации в качестве субсидий за счет средств республиканского бюджета, предусмотренных на развитие сельскохозяйственного производства, рыбоводства и переработки сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время порядок бухгалтерского учета средств государственной поддержки регулируется:

- Инструкцией по бухгалтерскому учету государственной поддержки от 31.10.2011 № 112 (в ред. от 19.01.2014);
- Указом Президента Республики Беларусь «О государственной аграрной политике» от 17.07.2014 № 347 (ред. от 01.01.2024) (далее – Указ 347);
- Инструкцией о порядке открытия финансирования для уплаты 95 процентов страховых взносов по договорам обязательного страхования с государственной поддержкой урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы за счет средств, предусмотренных в республиканском бюджете на разви-

тие сельскохозяйственного производства, рыбоводства и переработки сельскохозяйственной продукции от 30.04.2015 № 15 (далее – Инструкция 15).

В то же время, как показали проведенные исследования, порядок учета расчетов по страхованию имущества вызывает определенные вопросы. В частности, в отношении определения порядка отражения на счетах бухгалтерского учета государственной поддержки при осуществлении страхования.

В бухгалтерском учете операции по обязательному страхованию сельскохозяйственных культур и животных могут быть отражены бухгалтерскими записями, приведенными в табл. 1.

Таблица 1. Бухгалтерские записи по учету расчетов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой

Дебет	Кредит	Содержание сельскохозяйственных операций
20	76-2	Сумма страхового взноса по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы (5 %) отнесена на затраты производства
76-2	98	Сумма страхового взноса, уплаченного страховщику за счет средств республиканского бюджета (95 %)
76-2	51	Страховые взносы, перечисленные страховщику
76-2	20	Отражена стоимость погибших посевов
76-2	01	Отражена стоимость погибшего продуктивного скота
76-2	11	Отражена стоимость погибшей птицы
51	76-2	На расчетный счет страховщика поступило страховое возмещение
90-10	76-2	Списаны некомпенсируемые потери от страхового случая

Однако, при решении вопроса об отражении в бухгалтерском учете средств целевого финансирования, уплаченных в Белорусское республиканское унитарное страховое предприятие «Белгосстрах» в счет начисленных страховых взносов по договорам обязательного страхования урожая сельскохозяйственных культур, скота и птицы, данная операция относится к прямым мерам государственной поддержки в рамках исполнения Указа № 347. Согласно п. 4 Инструкции №15 Минсельхозпрод на основании сводной заявки о потребности в средствах республиканского бюджета устанавливает плановые бюджетные ассигнования облсельхозпроду или райсельхозпроду на указанную в этой заявке сумму, причитающуюся к уплате страховщику. Эти бюджетные деньги сразу поступают на счет страховщика. Возникает вопрос насколько правомерно относить на затраты только 5 % страхового взноса.

Таким образом, в отсутствие в нормативно-правовых актах четкого порядка отражения на счетах бухгалтерского учета сумм страхового взноса по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы сельскохозяйственные организации должны руководствоваться п. 5 ст. 9 Закона Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» № 57-3 от 12.07.2013 г. В соответствии с нормами закона «...если в отношении конкретных хозяйственных операций, отдельных составляющих активов, обязательств, собственного капитала, доходов, расходов организации в законодательстве не установлен порядок их отражения в бухгалтерском учете и отчетности, такой порядок разрабатывается организацией самостоятельно с применением профессионального суждения исходя из требований, установленных законодательством», что позволяет сельскохозяйственным организациям раскрыть все методологические аспекты учета расчетов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой в учетной политике организации, как основном локальном правовом акте.

По нашему мнению, в учетной политике организации следует раскрыть следующий порядок отражения сумм страховых взносов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы (табл. 2).

Таблица 2. Бухгалтерские записи по учету расчетов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой

Дебет	Кредит	Содержание сельскохозяйственных операций
20	76-2	Сумма страхового взноса по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы (100 %) отнесена на затраты производства
76-2	98	Сумма страхового взноса, уплаченного страховщику за счет средств республиканского бюджета (95 %)
98	90	Отражение в составе доходов организации суммы полученной финансовой поддержки по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы

Такая мера будет соответствовать правилу, в соответствии с которым «расходы, которые невозможно соотнести с доходами отчетного периода, признают в бухгалтерском учете в составе расходов того отчетного периода, в котором они были произведены».

Учитывая, что при осуществлении расходов по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы отсутствует прямая зависимость с доходами организации отчетного периода, суммы страховых взносов целесообразно включать в состав затрат соответствующей отрасли единовременно и в полном объеме при оплате и получении страхового полиса.

Заключение

Учет затрат по страхованию сельскохозяйственных культур, скота и птицы с государственной поддержкой в настоящее время не урегулирован в полном объеме действующими нормативно-правовыми актами, в связи с чем сельскохозяйственным организациям необходимо учесть аспекты в их отношении максимально подробно прописать в учетной политике. Сложившаяся ситуация одной стороны позволяет сельскохозяйственным организациям самостоятельно определять особенности, связанные со спецификой их деятельности, с другой – обуславливает необходимость разработки национального стандарта бухгалтерского учета и отчетности в отношении порядка учета такого рода расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова, Л. И. Сельскохозяйственное страхование, осуществляемое с государственной поддержкой / Л. И. Баранова // Защита и карантин растений. – 2022. – № 1. – С. 37–40.
2. Блинков, О. Что можно застраховать по программе страхования с государственной поддержкой? / О. Блинков // Современные страховые технологии. – 2023. – № 2. – С. 62–65.
3. Самончик, О. А. Правовые основы государственной поддержки в сфере сельскохозяйственного страхования / О. А. Самончик // Аграрное и земельное право. – 2023. – № 3(219). – С. 43–46.
4. Семенова, Н. Н. Оценка эффективности государственной поддержки страхования в сельском хозяйстве России / Н. Н. Семенова, А. Ю. Аверин // Регионология. – 2022. – Т. 30, № 2(119). – С. 299–323.
5. Полищук, И. С. Государственная поддержка участников ВЭД и новые программы страхования / И. С. Полищук, В. В. Черникова, А. А. Рустамова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 4-3(110). – С. 25–28.
6. Шевчук, Н. А. Построение механизма страхования урожая сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой / Н. А. Шевчук, М. Г. Кудинова // Вектор экономики. – 2023. – № 11(89). – С. 15–20.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМИ КОРПОРАЦИЯМИ КНР

ХУ ЮЙФЭЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 17.02.2025)

В данной научной статье изложены теоретические и методологические основы повышения уровня менеджмента китайских сельскохозяйственных компаний. Уровень менеджмента китайских сельскохозяйственных компаний как тема исследования представлена с точки зрения основных теорий, среди которых Шлейфереталь, Берлеталь, Жун Чжаоци, Ли Цзянь, Сунь Юнсян, Эванеталь и другие. Основной методологией исследования стал сравнительный анализ теоретических концепций китайских и западных ученых применительно к понятию «Управление китайскими сельскохозяйственными компаниями». Изучена роль коммуникации в формировании и развитии организационной культуры. Представлены характерные черты китайской организационной культуры, составляющие ее основные принципы. Среди них выделяются: эволюция корпоративной системы и ее влияние на качество управления в китайских сельскохозяйственных компаниях, а также проведение в Китае с 1978 года такой экономической политики, как реформа и открытость, которая привела к переходу от высокцентрализованной плановой экономической системы к социалистической рыночной экономической системе. На этом фоне китайская корпоративная система постепенно трансформировалась из подчиненной зависимости от государства в полностью независимое и автономное юридическое лицо; в то же время государственная система управления корпорациями постепенно переходит от прямого управления, которое раньше осуществлялось глубоко внутри корпораций, к косвенному управлению, которое основано на макроконтроле внешних дел корпораций. Это изменение делится на три этапа: до 1978 года в условиях плановой экономики в позиции зависимости от предприятия «режим управления производством»; 1978–1992 годы в освоении «относительно независимого» предприятия «режим управления»; и «режим управления предприятием». В 1993 году на основе статуса самостоятельного предприятия-юридического лица исследуется и формируется «современная модель управления предприятием», появляются новые тенденции изменений.

Ключевые слова: корпоративное управление, корпоративная система, культура агробизнеса.

This scientific article outlines the theoretical and methodological foundations for improving the management level of Chinese agricultural companies. The level of management of Chinese agricultural companies as a research topic is presented from the point of view of the main theories, among which Shleiferetal, Berleetal, Rong Zhaoci, Li Jian, Sun Yongxiang, Evanetal and others. The main research methodology was comparative analysis of theoretical concepts of Chinese and Western scientists applied to the concept "Management of Chinese agricultural companies". The role of communication in the formation and development of organizational culture is studied. Characteristics of Chinese organizational culture, which constitutes its basic principles, are presented. Prominent among these are: the evolution of the corporate system and its impact on the quality of management in Chinese agricultural firms, and the implementation of economic policies such as reform and opening up in China since 1978, which led to the transition from a highly centralized planned economic system to a socialist market economic system. Against this background, China's corporate system has seen a gradual transformation from a subordinate position of dependence on the government to a fully independent and autonomous legal person; at the same time, the government's management system of corporations has seen a gradual shift from direct management, which used to be deep inside the corporations, to indirect management, which is based on the macro-control of the corporations' external affairs. This change is divided into three stages: before 1978 in the planned economy in a dependent position in the enterprise "production management mode"; 1978–1992 in the exploration of "relatively independent" enterprise "management mode"; and the "enterprise management mode". Since 1993, based on the status of independent enterprise legal person, the "modern enterprise management model" has been explored and formed, while new trends of change emerge.

Key words: corporate governance, corporate system, agribusiness culture.

Введение

За более чем 40 лет реформ и открытости экономическая, научно-техническая, всеобъемлющая национальная мощь Китая и уровень жизни населения поднялись на новый уровень. На новом этапе развития Китай сталкивается с переменами, которых не было уже сто лет, и развитие сельскохозяйственных предприятий открывает новые возможности и вызовы, а рыночная конкуренция становится все более острой.

Для изучения управления китайскими сельскохозяйственными предприятиями в данной статье в основном используются методы изучения литературы и сравнительного анализа, сначала рассматриваются и обобщаются существующие теории структуры корпоративного управления, разбираются основные понятия и классификация структуры корпоративного управления, затем подробно рассматривается история развития корпоративной системы и ее влияние на качество управления китайскими сельскохозяйственными предприятиями, подводится итог на примере компании с ограниченной от-

ветственностью Inner Mongolia Mongqing Science and Technology Development Co. Limited Liability Company в качестве примера специфического влияния управления агробизнесом, и, наконец, исследуется формирование и развитие организационной культуры в инструментальной системе уровня управления китайских сельскохозяйственных компаний, а также анализируется значение усиления строительства культуры сельскохозяйственных предприятий и конкретных идей, чтобы повысить уровень управления китайскими и белорусскими сельскохозяйственными предприятиями и предоставить теоретические рекомендации и предложения для справки.

На этом фоне данная работа призвана теоретически и методологически продемонстрировать пути и способы повышения уровня управления китайскими сельскохозяйственными компаниями, что имеет важное теоретическое значение и практическую ценность.

В соответствии с поставленной целью в задачи исследования входит:

- рассматривается эволюция китайской корпоративной системы, влияние развития китайской корпоративной системы на качество управления китайскими сельскохозяйственными компаниями, а также история развития и корпоративного управления компании с ограниченной ответственностью «Внутренняя Монголия Мэнцин Компани Научно-Технологическое Развитие» (далее – «Мэнцин Компани»);

- обзор теорий, принципов, методов и других аспектов построения культуры организаций агробизнеса, в котором в основном предполагалось использовать сочетание теории и практики, норм и эмпирического анализа, сочетание методов исследования, описываются понятия профессиональных терминов, таких как агробизнес, корпоративная культура, культура сельскохозяйственного предприятия, характеристики и функции.

Основная часть

Shleiferetal. (1997) утверждает, что причина, по которой инвесторы вкладывают средства в компанию, заключается в получении доли прибыли от инвестиций в компанию. Поэтому вопрос о том, как эффективно разработать ковенанты, чтобы инвесторы были уверены в том, что получают соответствующую отдачу от своих инвестиций, является одним из самых глубоких в корпоративных финансах. Иными словами, с помощью эффективной разработки серии ковенантов финансист может взять на себя надежные обязательства по обеспечению своей платежеспособности, чтобы привлечь инвесторов к инвестированию в компанию. Эту серию тем ученые называют корпоративным управлением [1].

Самое раннее внимание к корпоративному управлению в западной экономике можно проследить до формулировки проблемы управления Адамом Смитом в 1776 году [2]. А в книге Берле (1932) «Современная корпорация и право собственности» (The modern corporation and private property) впервые была представлена идея разделения собственности и контроля над компанией. Согласно этой точке зрения, проблемы корпоративного управления возникают из-за проблемы принципала-агента внутри фирмы, вызванной разделением двух полномочий [3].

После этого корпоративное управление стало актуальной исследовательской проблемой, которая привлекла большое внимание в академическом мире, особенно в связи с появлением и процветанием новой институциональной экономики в конце 1950-х годов, которая обеспечивает теоретическую основу и прикладные инструменты для теории и практики корпоративного управления. Современные исследования ученых в области корпоративного управления в основном отражают следующее:

- развитие субъектов управления;
- расширение факторов, влияющих на управление;
- расширение сферы деятельности в области управления.

В данной работе использован исследовательский метод сочетания теории и практики, норм и эмпирического анализа для разработки понятий, характеристик и функций профессиональных терминов, таких как корпоративная культура, предприятия и организации агробизнеса, культура организации агробизнеса, а затем применялся ряд научных приемов, указывающих на важность укрепления строительства культуры агробизнеса и на этой основе разработка предложений по мероприятиям формирования и развития организационной культуры в целенаправленном порядке, чтобы обеспечить реализацию теоретических предпосылок на практике (табл. 1).

Таблица 1. Сходства и различия в китайской и белорусской теориях корпоративного управления

Сравнительное содержание	Китай	Беларусь
Общая основа	Акцент на правовую основу	
	Ориентация на заинтересованные стороны	
	Стремление к корпоративной эффективности	
Различия	Влияние законов и нормативных актов	Упор на государственное руководство и вмешательство в предпринимательскую деятельность и доминирование государственных предприятий в национальной экономике
	Фокус на маркетинговую и интернационализацию	Акцент на государственном контроле и поддержке бизнес-операций и руководстве развитием бизнеса через государственную политику
	Глубокое влияние конфуцианской культуры, подчеркивающей гармонию, стабильность и социальную ответственность	Под влиянием таких стран, как Россия, подчеркивающих национальные интересы и коллективистские ценности
	Диверсифицированные характеристики	Фокус на управлении государственными и крупными предприятиями с упором на государственный контроль и поддержку предприятий

Источник: Ли Вэй-ань. Принципы корпоративного управления в Китае и международное сравнение Пекин: Издательство финансов и экономики Китая, 2001 и данные Института систем агропромышленного комплекса Национальной академии наук Беларуси.

В целом представляется, что исследовательская перспектива корпоративного управления эволюционирует: объект управления расширяется от одного акционера до других заинтересованных сторон; факторы, влияющие на управление, расширяются от экономических до социальных факторов; фокус управления смещается от чистого решения проблем принципала-агента к выполнению корпоративной социальной ответственности (КСО). Многие ученые теоретически обосновывают рациональность выполнения социальной ответственности в процессе корпоративного управления. Как видно, интеграция КСО и корпоративного управления станет тенденцией развития, а интеграция КСО и корпоративного управления также представляет собой новую перспективу для изучения эволюции и развития корпоративного управления.

В соответствии с потребностями развития компании, компания Mongqing создала девять отделов: финансовый отдел, отдел людских ресурсов, отдел закупок, отдел оффлайн – маркетинга, отдел онлайн – маркетинга, отдел качества, отдел маркетинга, отдел разработки продукции и отдел обслуживания клиентов, отсутствие специального отдела пропаганды для продвижения продукции и повышения осведомленности о продукции. Как показано на рис. 1, организационная структура управления Mongqing представляет собой плоскую структуру с большим уровнем управления, но меньшим уровнем управления, которая быстрее передает информацию из-за низкого уровня управления и имеет меньше шансов на искажение в процессе передачи информации из-за меньшего уровня, через который проходит передача информации. Однако чрезмерная степень управления также имеет определенные ограничения, и руководство не может своевременно и адекватно контролировать и направлять каждого подчиненного.

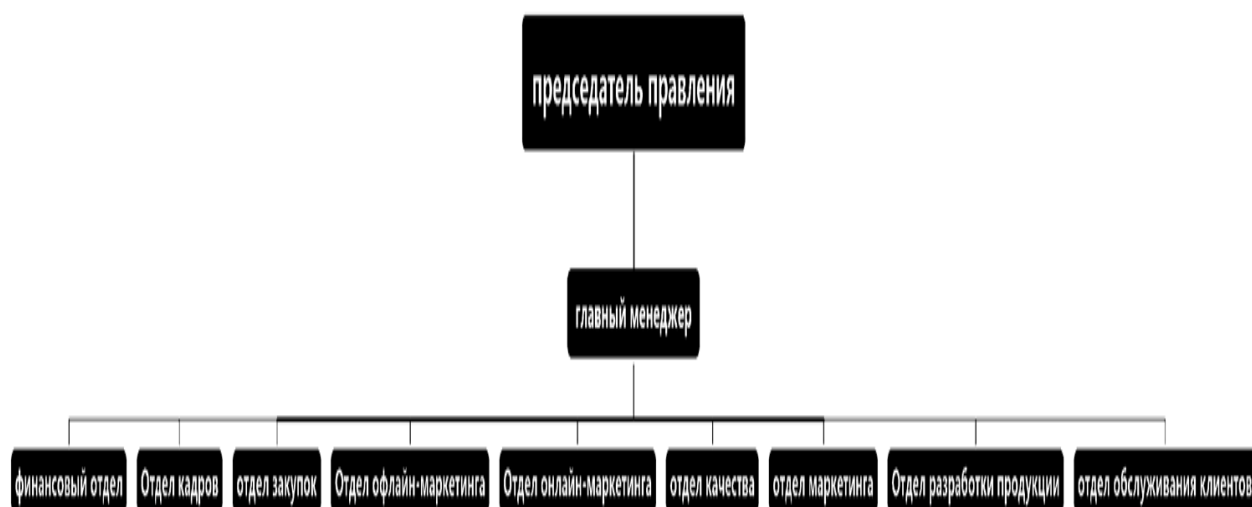


Рис. 1. Организационная структура компании Mongqing

Основные сведения о сотрудниках (таблица). Статистика квалификации сотрудников Mongqing.

Статистика образования сотрудников

Академическая квалификация	Количество человек (чел.)	Процент (%)
Аспиранты	2	2
бакалавр (прилагательное)	19	19
отрасль (медицины)	37	36
Послесреднее образование	44	43

Примечание. Источник: внутренняя информация, собранная компанией.

В настоящее время в Mongqing работают 102 штатных сотрудника, 78 из которых моложе 35 лет, что составляет 76 % от общего числа. Это свидетельствует о молодости персонала Mongqing. Из этих сотрудников 2 имеют диплом аспиранта, что составляет около 2 % от общего числа сотрудников; имеет степень бакалавра 19 человек, что составляет около 19 % от общего числа; имеет высшее образование 37 человек, или около 36 % от общего числа. Число лиц с высшим образованием составляет 44, или около 43 процентов от общего числа. Из академической структуры персонала видно, что сотрудники компании Mongqing в целом имеют более высокую академическую квалификацию, что заложило основу для последующего развития компании Mongqing.

Заключение

Степень развития сельского хозяйства в Китае определяет экономическую базу страны, поэтому для достижения модернизации сельского хозяйства необходимо развивать современные сельскохозяйственные предприятия. Однако после вступления Китая в ВТО конкуренция между сельскохозяйственными предприятиями усилилась, кроме того, в управлении сельскохозяйственными предприятиями все еще существуют некоторые проблемы, такие как технология управления, управленческие таланты, механизм управления и финансовая поддержка, которые оказывают сдерживающее влияние на управление сельскохозяйственными предприятиями. В ходе долгосрочного производства и эксплуатации различных сельскохозяйственных предприятий выяснилось, что конкурентным преимуществом предприятия помимо стратегических ресурсов самого предприятия, является также основная конкурентоспособность, постепенно формирующаяся в процессе работы. Формирование основной конкурентоспособности во многом объясняется тем, что предприятие обладает высоким уровнем управленческого потенциала.

Поэтому эффективное обсуждение управления сельскохозяйственными предприятиями может не только способствовать непрерывному развитию и совершенствованию строительства предприятия, но и сделать развитие теории управления предприятием и темпы развития предприятия сбалансированными и последовательными, а также для развития сельскохозяйственных предприятий, чтобы заложить хорошую основу для развития сельскохозяйственных предприятий, так что сельскохозяйственные предприятия имеют более сильную конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Shleifer A., Vishny R.W. A Survey of Corporate Governance[J]. The Journal of Finance, 1997,52(2) – с. 737–783.
- 2.Yao W, Huang Z, Guo L. A review of the frontiers of corporate governance theory[J]. Economic Research,2003(5) – с. 83–90.
- 3.Berie A. A., Means G.C. The Modern Corporation and Private Property[M]. Chicago: CommerceClearingHouse,1932.

АМОРТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ

Т. А. КУРУЛЕНКО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: tatsyana_alex@mail.ru

(Поступила в редакцию 25.03.2025)

Основные средства – фундаментальная величина как в деятельности организации, так и в системе бухгалтерского учета. Их состояние и эффективное использование прямо влияет на конечные результаты хозяйственной деятельности организации. Одним из условий признания актива в качестве основного средства является длительное его использование (в течение периода продолжительностью более 12 месяцев). При этом основное средство переносит свою стоимость на производимую продукцию частями в течение срока полезного использования в виде начисления амортизации. С точки зрения бухгалтерского учета, амортизация представляет собой процесс распределения затрат, связанных с приобретением долгосрочных активов, на отчетные периоды, в течение которых ожидается получение текущих доходов (экономических выгод) от использования этих активов. В современных экономических условиях все организации стремятся к уменьшению затрат, и амортизация является одним из инструментов управления затратами, а грамотно разработанная амортизационная политика является одним из важнейших инструментов стимулирования инвестиций в обновление основных средств, внедрение наукоемких технологий. В статье рассмотрены проблемные вопросы учета, начисления амортизации в контексте сближения национального учета с международными стандартами финансовой отчетности. Акцентировано внимание на том, что бухгалтерская концепция амортизации основных средств включает целый комплекс вопросов: от определения срока полезного использования, выбора способа начисления амортизации до отражения сумм амортизации в бухгалтерском учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности. При этом многие из данных вопросов требуют как теоретического уточнения, так и практического решения путем выбора и закрепления оптимального варианта учета в учетной политике организации.

Ключевые слова: основные средства, амортизация, амортизационная политика, амортизируемая стоимость, ликвидационная стоимость, бухгалтерский учет.

Fixed assets are a fundamental value both in the activities of an organization and in the accounting system. Their condition and effective use directly affect the final results of the economic activity of the organization. One of the conditions for recognizing an asset as a fixed asset is its long-term use (for a period of more than 12 months). In this case, the fixed asset transfers its cost to the manufactured products in parts during the useful life in the form of depreciation. From the point of view of accounting, depreciation is the process of distributing costs associated with the acquisition of long-term assets over reporting periods during which current income (economic benefits) from the use of these assets is expected. In modern economic conditions, all organizations strive to reduce costs, and depreciation is one of the cost management tools, and a well-developed depreciation policy is one of the most important tools for stimulating investment in the renewal of fixed assets, the introduction of high-tech. The article considers problematic issues of accounting, depreciation in the context of convergence of national accounting with international financial reporting standards. Attention is focused on the fact that the accounting concept of fixed asset depreciation includes a whole range of issues: from determining the useful life, choosing the method of depreciation accrual to reflecting depreciation amounts in accounting and financial reporting. At the same time, many of these issues require both theoretical clarification and a practical solution by choosing and fixing the optimal accounting option in the accounting policy of the organization.

Key words: fixed assets, depreciation, depreciation policy, depreciable value, liquidation value, accounting.

Введение

Основные средства в процессе их эксплуатации постепенно изнашиваются и переносят свою стоимость на произведенную продукцию (работы, услуги). Начисление амортизации в бухгалтерском учете определяется как процесс покрытия затрат, которые были понесены при приобретении (создании) основных средств. Потраченное на приобретение основных средств возвращается за счет того, что амортизация включается в затраты производства, которые возмещаются за счет выручки от реализации продукции (работ, услуг). Действующие нормативные правовые акты по учету основных средств, их амортизации предусматривают вариантность учета (например, организация самостоятельно выбирает способы и методы начисления амортизации основных средств, пересмотр сроков полезного использования, применение амортизационной ликвидационной стоимости и др.). Задачей бухгалтерского учета амортизации основных средств является распределение стоимости этих долгосрочных активов на издержки в течение предполагаемого срока эксплуатации на основе применения наиболее рациональных и эффективных для каждой организации методов, то есть амортизация в бухгалтерском учете является тем инструментом, с помощью которого можно влиять на себестоимость продукции (работ, услуг). Решение многих вопросов относительно начисления амортизации основных средств входит в компетенцию комиссии по проведению амортизационной политики, конкретный порядок учета основных средств, их амортизации закрепляется в учетной политике организации.

Целью исследования является внесение конкретных предложений по совершенствованию организации учета амортизации в современных условиях хозяйствования.

Основная часть

Амортизация представляет собой объект бухгалтерского учета, хотя ни в имуществе, ни в источниках его образования такого объекта не найти, это абстрактный объект бухгалтерского учета. Появление такого абстрактного объекта в бухгалтерском учете связано с тем, что на счете 01 «Основные средства» учитывают первоначальную (переоцененную) стоимость этих активов, а сумму накопленной амортизации – на счете 02 «Амортизация основных средств» [1], то есть суммы амортизации, учтенные на счете 02 «Амортизация основных средств», уточняют оценку основных средств.

Амортизация в переводе с латинского «amortisatio» означает погашение. Применительно к основным средствам – погашение их стоимости путем перенесения ее на стоимость выпущенной при их участии продукции (работ, услуг). В соответствии с Инструкцией о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов от 27 февраля 2009 г. № 37/18/6 амортизация – это процесс перенесения стоимости объектов основных средств и нематериальных активов на стоимость производимых (оказываемых) с их использованием в процессе предпринимательской деятельности товаров, работ, услуг [2].

В международных стандартах финансовой отчетности также дано определение понятию «амортизация». Так, в соответствии с МСБУ (IAS) 16 «Основные средства» амортизация – это систематическое распределение амортизируемой стоимости актива на протяжении срока его полезного использования [3].

В соответствии с инструкцией № 37/18/6 амортизация включает в себя:

- распределение амортизируемой стоимости объектов основных средств между отчетными периодами, составляющими в совокупности расчетный (ожидаемый) срок службы, рациональным способом, выбранным организацией самостоятельно;

- систематическое включение организацией (за исключением бюджетной) относящейся к данному отчетному периоду части стоимости используемых объектов основных средств: в затраты на производство с отражением в бухгалтерском учете по дебету счетов 20 «Основное производство», 23 «Вспомогательные производства», 25 «Общепроизводственные затраты», 26 «Общехозяйственные затраты», 29 «Обслуживающие производства и хозяйства» (при условии обособленного учета их коммерческой деятельности) в корреспонденции с кредитом счета 02 «Амортизация основных средств»; в расходы на реализацию с отражением в бухгалтерском учете по дебету счета 44 «Расходы на реализацию» в корреспонденции с кредитом счета 02 «Амортизация основных средств»; в прочие расходы по текущей деятельности с отражением в бухгалтерском учете по дебету счета 90 «Доходы и расходы по текущей деятельности» либо прочие расходы с отражением в бухгалтерском учете по дебету счета 91 «Прочие доходы и расходы» в корреспонденции с кредитом счета 02 «Амортизация основных средств».

Одной из задач учета амортизации является выбор наиболее оптимального способа ее начисления, то есть на сумму амортизации, кроме прочих факторов, влияет и способ ее начисления. От того насколько своевременно и точно исчислены, распределены по объектам учета затрат суммы амортизационных отчислений зависит реальность себестоимости производимой продукции. В настоящее время начисление амортизации может производиться следующими методами: линейным, нелинейным (прямой и обратный метод суммы чисел лет, метод уменьшаемого остатка) и производительным. Выбранный способ начисления амортизации указывается в учетной политике организации. В таблице отражен расчет амортизации разными способами по одному и тому же объекту. В качестве условного объекта начисления амортизации взято оборудование первоначальной стоимостью 30000 руб., сроком полезного использования 6 лет, ликвидационная стоимость не определялась. Для расчета амортизации производительным способом ресурс объекта взят условно 5000 тонн, при этом в первый год эксплуатации оборудования произведено 900 т, во второй год – 1100 т, в третий – 1100 т, в четвертый – 800 т, в пятый – 700 т, в шестой – 400 т.

Расчет амортизации оборудования

Год эксплуатации	Суммы начисленной амортизации, руб.				
	Линейный способ	Нелинейный способ			Производительный способ
		Прямой метод суммы чисел лет	Обратный метод суммы чисел лет	Метод уменьшаемого остатка с коэффициентом ускорения 2	
1	5000	8571	1429	10000	5400
2	5000	7143	2857	6668	6600
3	5000	5714	4286	4445	6600
4	5000	4286	5714	2963	4800
5	5000	2857	7143	1975	4200
6	5000	1429	8571	3949	2400
Итого	30000	30000	30000	30000	30000

Примечание. Собственная разработка автора на основании источника [2].

Из данных таблицы видно, что суммы амортизации, начисленной разными способами по годам различны, то есть с помощью выбранного способа амортизации можно влиять на затраты по производству продукции. Линейный способ начисления амортизации является самым распространенным, в первую очередь, из-за своей простоты, но не всегда рациональным. Поэтому целесообразно для отдельных групп (видов) основных средств, например, подверженных более быстрому моральному износу, применять нелинейный способ.

Суммы начисленной амортизации также зависят и от выбранного срока полезного использования. Срок полезного использования для каждого объекта основных средств устанавливается организацией, и может быть равным нормативному сроку, а может отличаться от него. При его установлении учитываются следующие факторы:

- ожидаемый физический износ, зависящий от условий производства: режима эксплуатации (количества смен), влияния агрессивной среды, системы проведения ремонтов;
- моральный износ в результате удешевления стоимости или повышения производительности вновь вводимых аналогичных объектов основных средств;
- ограничения в использовании объекта.

Нормативный срок и (или) срок полезного использования объектов основных средств может пересматриваться организацией.

В соответствии с Инструкцией о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов от 27 февраля 2009 г. № 37/18/6 организация вправе определить амортизируемую стоимость (то есть ту стоимость основных средств, от которой рассчитывается амортизация) за вычетом амортизационной ликвидационной стоимости объекта. Для целей начисления амортизации амортизационная ликвидационная стоимость представляет собой оценочную величину в текущих ценах, которую организация планирует получить от реализации объекта основных средств, за вычетом предполагаемых затрат, связанных с их реализацией, в конце устанавливаемого срока полезного использования указанного объекта. Амортизационная ликвидационная стоимость рассчитывается исходя из предположения, что данный объект уже достиг того состояния, в котором, как можно ожидать, он будет находиться в конце срока полезного использования. Ликвидационная стоимость является оценочной (расчетной) величиной и ее определение может производиться: самостоятельно организацией на основании сведений об уровне цен на аналогичные основные средства, полученных от торговых организаций, опубликованных в средствах массовой информации и специальной литературе или с привлечением оценщиков. При расчете амортизационных отчислений амортизируемая стоимость объектов уменьшается на ликвидационную стоимость и в результате в затраты на производство в процессе начисления амортизации будет отнесена меньшая сумма. Решение о применении амортизационной ликвидационной стоимости при расчете амортизируемой стоимости принимается организацией самостоятельно и закрепляется положением об учетной политике организации. Однако на практике рассчитать ликвидационную стоимость весьма проблематично из-за сложности оценки активов в будущем. В действующих нормативных правовых актах не прописана конкретная методика определения ликвидационной стоимости. Например, срок полезного использования грузовых автомобилей составляет 5–10 лет – это значит, что при расчете ликвидационной стоимости для этого вида активов необходимо сделать прогноз на 5–10 лет [4, с. 363]. Следовательно, учесть все факторы, которые повлияют на величину ликвидационной стоимости, довольно сложно, и результат расчета будет приблизительным. По нашему мнению, амортизационную ликвидационную стоимость следует рассчитывать и применять в том случае, если она окажется существенной, и если есть возможность достоверно и надежно ее определить, то есть в случае применения организацией амортизационной ликви-

дационной стоимости первоначальная стоимость уменьшается на сумму рассчитанной ликвидационной стоимости и амортизационные отчисления, относимые в затраты производства, будут меньше.

Решение многих из перечисленных вопросов входит в компетенцию комиссии по проведению амортизационной политики (далее – комиссия). Комиссия создается из числа имеющихся в штате специалистов технических, производственно-технологических, информационно-технологических, финансово-экономических, бухгалтерских и юридических подразделений организации. Положение о комиссии и ее состав утверждаются руководителем организации. Комиссия наделяется особыми полномочиями, в перечень основных ее функций, среди прочих, входят следующие функции: выделение из всего состава имущества организации амортизируемого имущества (включая отнесение однотипных объектов к основным средствам или к запасам); разделение амортизируемых объектов на используемые и не используемые в предпринимательской деятельности исходя из функций объекта; распределение амортизируемых объектов по видам, группам и позициям на основании классификации амортизируемых основных средств; оценка технического состояния, эксплуатационных характеристик и условий функционирования объектов; выбор и пересмотр нормативных сроков службы и сроков полезного использования объекта исходя из установленных базовых режимов работы; выбор и пересмотр способа и метода начисления амортизации для каждого амортизируемого объекта либо для группы объектов; определение и пересмотр амортизационной ликвидационной стоимости; принятие решения о порядке распределения сумм начисленной амортизации в течение отчетного года (исходя из месячной нормы или суммы) и др. функции. Результаты работы комиссии по проведению амортизационной политики оформляются протоколами, в которых содержатся ссылки на записи в учетной политике организации и соответствующие первичные учетные документы. Однако на практике зачастую эти вопросы решаются бухгалтером, ведущим учет основных средств. В результате могут допускаться существенные ошибки в учете основных средств и их амортизации, а это приводит к искажению учетной и отчетной информации о формировании, движении и использовании основных средств. По нашему мнению, роль комиссии по проведению амортизационной политики достаточно велика, так как решение некоторых вопросов, связанных с учетом основных средств, их амортизации требует не только профессионального суждения бухгалтера, но и знаний других специалистов (инженера, юриста и др.).

Заключение

Таким образом, амортизация основных средств является обязательной статьей затрат на производство продукции (работ, услуг). С помощью вышеперечисленных способов можно влиять на суммы амортизации основных средств, а, следовательно, и на величину затрат. Однако здесь затрагиваются противоречивые моменты деятельности предприятия: сначала амортизация является частью стоимости произведенной продукции, а после реализации продукции представляет собой сумму денежных средств, возмещающих ранее понесенные затраты на приобретение или создание основного средства. Поэтому в связи с комплексностью рассматриваемых вопросов возникает необходимость формирования обоснованной, логичной амортизационной политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об установлении типового плана счетов бухгалтерского учета, утверждении инструкции о порядке применения типового плана счетов бухгалтерского учета [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь, 29.06.2011 г., № 50: в ред. постановления М-ва финансов Респ. Беларусь от 13.12.2019 г. №74 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2025.
2. Об утверждении инструкции о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов [Электронный ресурс]: постановление М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва финансов Респ. Беларусь и М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 27 февраля 2009 г. № 37/18/6: в ред. постановления М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва финансов Респ. Беларусь и М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь № 9/45/84 от 30 июля 2024 г. // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2025.
3. Международный стандарт финансовой отчетности 16 «Основные средства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minfin.gov.by/upload/accounting/mfso/post_190816_657_20.pdf. – Дата доступа: 02.03.2025.
4. Куруленко, Т. А. Взаимосвязь организации учета основных средств и эффективности их использования в сельскохозяйственных организациях / Т. А. Куруленко // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования. Материалы Междунар. научно-практ. конф.: сб. научных трудов. Ч. 1.– Киров: ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2019. – С. 362–365.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ДЕТЕРМИНИРОВАННОМУ ФАКТОРНОМУ АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ НА ОПЛАТУ ТРУДА

А. А. ГАЙДУКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: haidukou@list.ru

(Поступила в редакцию 31.03.2025)

В статье предложено одно из направлений проведения детерминированного факторного анализа эффективности использования средств на оплату труда. В качестве факторной модели рассматривается показатель формирования валовой продукции на 1 рубль заработной платы работников за счет годовой выработки 1 работника и составляющих среднегодовой заработной платы. Особенность предлагаемой модели состоит в том, что показатели интенсивности использования рабочей силы формируют показатель общей суммы оплаты труда работников и находятся с эффективностью использования средств на оплату труда в обратной зависимости.

На основании условных данных проведен факторный анализ представленного показателя эффективности использования средств на оплату труда, который позволил дать количественную оценку влияния на результат годовой выработки 1 работника, количества отработанных дней 1 работником, средней продолжительности рабочего дня и средней часовой заработной платы 1 работника.

Предложенная факторная модель анализа эффективности использования средств на оплату труда позволяет дополнить практическое изучение темы «Анализ использования персонала организации» дисциплины «Экономический анализ», а также использовать ее в практической деятельности организаций АПК. При проведении факторного анализа с применением предложенной факторной модели целесообразно учитывать уровень влияния интенсивности использования рабочей силы на производительность и оплату труда в конкретной организации. Это позволит сформулировать более обоснованные выводы по результатам факторного анализа.

Ключевые слова: оплата труда, эффективность, факторы, анализ, модель, валовая продукция, фонд оплаты труда.

The article proposes one of the directions for conducting a deterministic factor analysis of the efficiency of using funds for wages. The factor model is considered to be the indicator of the formation of gross output per 1 ruble of workers' wages due to the annual output of 1 employee and the components of the average annual wage. The peculiarity of the proposed model is that the indicators of the intensity of labor force use form the indicator of the total amount of wages of employees and are inversely related to the efficiency of using funds for wages.

Based on the conditional data, a factor analysis of the presented indicator of the efficiency of using funds for wages was carried out, which made it possible to give a quantitative assessment of the impact on the result of the annual output of 1 employee, the number of days worked by 1 employee, the average duration of the working day and the average hourly wage of 1 employee.

The proposed factor model of the analysis of the efficiency of using funds for wages allows supplementing the practical study of the topic "Analysis of the use of personnel of the organization" of the discipline "Economic Analysis", as well as using it in the practical activities of organizations in the agro-industrial complex. When conducting a factor analysis using the proposed factor model, it is advisable to take into account the level of influence of the intensity of labor force use on productivity and wages in a specific organization. This will allow us to formulate more substantiated conclusions based on the results of the factor analysis.

Key words: wages, efficiency, factors, analysis, model, gross output, wage fund.

Введение

Эффективность использования средств на оплату труда в современной организации определяется по результатам труда сотрудников. Так, анализ заработной платы в коммерческой организации следует проводить с учетом изменения показателей, характеризующих состав и структуру персонала, потери рабочего времени и производительность труда. Это позволит определить основные направления для решения задачи оптимизации расходов на оплату труда при соблюдении требований нормативных актов и социальных обязательств организации [1, 2].

В настоящее время теория и практика выработала разнообразный инструментарий, применяемый субъектами хозяйствования, для оценки эффективности использования фонда заработной платы. Эффективность его использования характеризуется следующими показателями:

- выручка от реализации на рубль фонда заработной платы;
- прибыль на рубль фонда заработной платы;
- соотношение темпов роста производительности и оплаты труда;
- относительная экономия (перерасход) фонда заработной платы;
- интегральные показатели эффективности использования фонда заработной платы [3, 4, 5, 6].

Для оценки эффективности использования фонда заработной платы необходимо проводить анализ показателей эффективности и установить влияние факторов на изменение данных показателей. Основными факторами, оказывающими влияние на динамику показателей эффективности, являются объем выполненных работ (произведенной продукции), прибыль, выручка от реализации продукции,

фонд заработной платы. Рост объемов производства продукции, выручки и суммы прибыли способствует повышению эффективности использования фонда оплаты труда. В свою очередь, рост фонда оплаты труда способствует к ее снижению [4].

Следует отметить, что результаты производственной деятельности и фонд оплаты труда также формируются в зависимости от соответствующих показателей, которые можно использовать в качестве факторов изменения эффективности использования средств на оплату труда. Они могут характеризовать интенсивность и эффективность производства.

На современном этапе развития экономики особенно важным представляется повышение эффективности использования средств на оплату труда в ее аграрном секторе. Одним из направлений решения данной проблемы является анализ эффективности оплаты труда в сельскохозяйственных организациях и оценка количественного влияния основных факторов на ее изменение. В качестве отдельного инструмента проведения такой оценки может использоваться детерминированный факторный анализ [7, 8, 9]. В связи с этим тема исследования является достаточно актуальной.

Цель исследования – с помощью преобразования факторной модели эффективности использования средств на оплату труда обосновать и практически реализовать методику оценки отдельных факторов на изменение объема производства продукции на рубль заработной платы.

Основная часть

Для оценки эффективности использования средств на оплату труда в АПК традиционно применяются такие показатели, как объем производства продукции в действующих ценах, выручка, сумма прибыли на рубль заработной платы и др. В процессе анализа после изучения динамики показателей устанавливаются факторы изменения каждого показателя и их количественное влияние на эффективность ($\Xi = \frac{\text{ВП}}{\text{ФЗП}}$). Для этой цели используется следующая факторная модель:

$$\frac{\text{ВП}}{\text{ФЗП}} = \text{ЧВ} \cdot \text{П} \cdot \text{Д} \cdot \text{Уд} : \text{ГЗП}, \quad (1)$$

где ВП – выпуск продукции в действующих ценах; ФЗП – фонд заработной платы персонала; Д – количество отработанных дней 1 работником в анализируемом периоде; П – средняя продолжительность рабочего дня; Уд – удельный вес рабочих в общей численности персонала; ЧВ – среднечасовая выработка 1 работника; ГЗП – среднегодовая заработная плата 1 работника [5, 6].

С учетом преобразования формул для расчета с использованием других показателей эффекта (выручки, суммы прибыли и др.) по данному принципу можно получить факторные модели для дальнейшего факторного анализа эффективности использования средств на оплату труда.

В указанной выше модели более детально рассматривается показатель эффективности использования средств на оплату труда в части выпуска продукции. Он представлен произведением факторов, его формирующих. На наш взгляд, для дополнения факторного анализа по данной теме целесообразно также преобразовать модели в части детализации фонда заработной платы работников. Преобразование можно провести следующим образом:

$$\Xi = \frac{\text{ЧР} \cdot \text{Д} \cdot \text{П} \cdot \text{ЧВ}}{\text{ЧР} \cdot \text{Д} \cdot \text{П} \cdot \text{ЧЗП}} = \frac{\text{Д} \cdot \text{П} \cdot \text{ЧВ}}{\text{Д} \cdot \text{П} \cdot \text{ЧЗП}} = \frac{\text{ГВ}}{\text{Д} \cdot \text{П} \cdot \text{ЧЗП}}, \quad (2)$$

где ЧР – среднегодовая численность рабочих; ФЗП – фонд заработной платы рабочих; ЧЗП – среднечасовая заработная плата 1 рабочего; ГВ – среднегодовая выработка 1 рабочего.

Необходимо заметить, что в формуле (1) и формуле (2) показатели количества отработанных дней 1 рабочим (Д) и продолжительность рабочего дня (П) несут различную смысловую нагрузку. В формуле (1) они отражают интенсификацию производства и имеют с показателем эффективности использования средств на оплату труда прямую зависимость. В формуле (2) указанные выше показатели формируют фонд оплаты труда работника за счет уровня часовой и дневной оплаты и, соответственно, находятся с результативным показателем в обратной зависимости.

Исходные данные для проведения факторного анализа с использованием факторной модели (2) в целом по организации АПК, а также по отдельным отраслям (растениеводство, животноводство) сельскохозяйственных организаций представлены в годовой бухгалтерской отчетности формы 2, 6А-АПК, 5-АПК, 7-АПК.

Для проведения факторного анализа по формуле (2) используем условные данные, которые представлены в таблице.

Динамика исходных показателей для проведения факторного анализа эффективности использования средств на оплату труда

Показатель	Символ	2023 г.	2024 г.	2024 г. к 2023 г. (+, -)
Валовая продукция сельского хозяйства, тыс. руб.	ВП	10092	13271	3179
Фонд заработной платы, тыс. руб.	ФЗП	1282	1433	151
Среднегодовая численность рабочих, чел.	ЧР	136	131	- 5
Количество отработанных дней за год – всего, тыс. дн.	$\sum Д$	40	38	- 2
Количество отработанных часов за год – всего, тыс. ч	$\sum Ч$	384	357	- 27
Количество отработанных дней 1 работником	Д	294	290	- 4
Средняя продолжительность рабочего дня, ч	П	9,6	9,4	- 0,2
Среднегодовая выработка 1 работника, тыс. руб.	ГВ	74,2	101,3	27,1
Средняя часовая заработная плата, руб.	ЧЗП	3,6	4,0	0,4
Валовая продукция в расчете на 1 руб. заработной платы, руб.	Э	7,87	9,26	1,39

Примечание. Составлена автором на основании условных данных.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в 2024 г. по сравнению с 2023 г. значительно увеличился объем произведенной продукции, а также фонд оплаты труда рабочих. При этом наблюдается снижение интенсивности использования рабочей силы. В целом следует отметить повышение эффективности использования средств на оплату труда, что подтверждает увеличение валовой продукции сельского хозяйства в расчете на 1 руб. заработной платы на 1,39.

В процессе дальнейшего исследования с помощью способа цепной подстановки детерминированного факторного анализа оценено количественное влияние указанных в формуле (2) факторов на изменение эффективности использования средств на оплату труда.

Вспомогательные расчеты:

$$\mathcal{E}_{2023} = 7,87 \text{ руб/руб.};$$

$$\mathcal{E}_{\text{усл1}} = \frac{101300}{294 \cdot 9,6 \cdot 3,6} = 9,97 \text{ руб/руб.};$$

$$\mathcal{E}_{\text{усл2}} = \frac{101300}{290 \cdot 9,6 \cdot 3,6} = 10,11 \text{ руб/руб.};$$

$$\mathcal{E}_{\text{усл3}} = \frac{101300}{290 \cdot 9,4 \cdot 3,6} = 10,32 \text{ руб/руб.};$$

$$\mathcal{E}_{2024} = 9,26 \text{ руб/руб.}$$

Определение влияния отдельных факторов на изменение эффективности использования средств на оплату труда:

– за счет изменения среднегодовой выработки 1 работника:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ГВ}} = \mathcal{E}_{\text{усл1}} - \mathcal{E}_{2023} = 9,97 - 7,87 = 2,10 \text{ руб/руб.};$$

– за счет изменения количества отработанных дней 1 работником:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{Д}} = \mathcal{E}_{\text{усл2}} - \mathcal{E}_{\text{усл1}} = 10,11 - 9,97 = 0,14 \text{ руб/руб.};$$

– за счет изменения средней продолжительности рабочего дня:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{П}} = \mathcal{E}_{\text{усл3}} - \mathcal{E}_{\text{усл2}} = 10,32 - 10,11 = 0,21 \text{ руб/руб.};$$

– за счет изменения средней часовой заработной платы:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ЧЗП}} = \mathcal{E}_{2024} - \mathcal{E}_{\text{усл3}} = 9,26 - 10,32 = -1,06 \text{ руб/руб.}$$

Таким образом, рост годовой выработки 1 работника на 27,1 тыс. руб. обусловил повышение эффективности использования средств на оплату труда на 2,10 руб/руб. Уменьшение количества отработанных дней 1 работником на 4 вызвало повышение эффективности на 0,14 руб/руб. В свою очередь уменьшение средней продолжительности рабочего дня на 0,2 ч обусловило рост эффективности использования средств на оплату труда на 0,21 руб/руб. Вместе с тем увеличение среднечасовой заработной платы 1 работника способствовало снижению эффективности использования средств на оплату труда на 1,06 руб/руб.

При более детальном рассмотрении направления влияния основных факторов интенсивности необходимо учитывать соотношение темпов роста дневной выработки и дневной заработной платы, а также – среднечасовой выработки и средней часовой заработной платы. Данные соотношения будут объективно обуславливать повышение или снижение эффективности использования средств на оплату труда и выводы по результатам факторного анализа будут более обоснованными.

Заключение

В целом результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

- в условиях интенсификации аграрного производства по-прежнему особо актуальным представляется, с одной стороны, усиление стимулирующей роли оплаты труда в сельскохозяйственных организациях, с другой стороны, повышение эффективности использования средств на оплату труда;
- наряду с анализом динамики изменения показателей, характеризующих эффективность оплаты труда, необходимым условием ее повышения является всесторонний факторный анализ соответствующих показателей;
- предложенная факторная модель анализа эффективности использования средств на оплату труда позволяет дополнить практическое изучение темы «Анализ использования персонала организации» дисциплины «Экономический анализ», а также использовать ее в практической деятельности организаций АПК;
- преобразование показателя валовой продукции в расчете на 1 рубль заработной платы в факторную модель его зависимости от годовой выработки и факторов формирования среднегодовой заработной платы 1 работника позволяет дать более расширенную оценку причин изменения эффективности использования средств на оплату труда в целом по сельскохозяйственной организации, а также по ее отдельным отраслям;
- при проведении факторного анализа с применением предложенной факторной модели целесообразно учитывать уровень влияния интенсивности использования рабочей силы на производительность и оплату труда в конкретной организации. Это позволит сформулировать более обоснованные выводы по результатам факторного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтина, Т. Б. Эффективность использования средств на оплату труда / Т. Б. Бахтина // Актуальные проблемы экономики современной России. – 2017. – № 4. – С. 76–78.
2. Рожнецова, И. А. К вопросу об эффективности использования средств на оплату труда в коммерческой организации / И. А. Рожнецова, М. О. Лысова // Advanced Science. – 2017. – № 4 (8). – С. 59.
3. Пашкевич, О. Взаимосвязь производительности и оплаты труда работников животноводства: принципы, подходы, условия роста / О. Пашкевич, В. Лёвкина, С. Каган // Аграрная экономика. – 2021. – № 7. – С. 60–73.
4. Попова, Н. И. Эффективность использования фонда оплаты труда / Н. И. Попова // Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики. – 2019. – № 22. – С. 181–186.
5. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК: учеб. пособие / Г. В. Савицкая. – 7-е изд., испр. – Минск: Новое знание, 2007. – 679 с.
6. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК: учеб. пособие / Г. В. Савицкая. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 519 с.
7. Гайдуков, А. А. Теория анализа хозяйственной деятельности: курс лекций / А. А. Гайдуков. – Горки: БГСХА, 2022. – 105 с.
8. Притула, О. Д. Особенности и условия применения методов детерминированного факторного анализа в исследовании социально-экономических процессов / О. Д. Притула // Дни науки – 2018: материалы Всерос. науч-паркт. конф., Великий Новгород, 17–19 апреля 2018 г. – В. Новгород, 2018. – С. 70–75.
9. Савицкая, Г. В. Теоретические основы анализа хозяйственной деятельности: учеб. пособие / Г. В. Савицкая. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 217 с.
10. Хромченкова, А. О. Анализ уровня эффективности труда и факторов ее роста в молочном скотоводстве / А. О. Хромченкова, Т. В. Иванюга // Экономика труда. – 2019. – Т. 6. – № 4. – С. 1327–1342.

ФАКТОРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПОДКОМПЛЕКСА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. В. КОКИЦ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: elena.kokits@mail.ru

(Поступила в редакцию 31.03.2025)

Одними из основных факторов развития свеклосахарного подкомплекса, от которых зависит эффективность производства продукции предприятия, можно выделить повышение уровня конкурентоспособности продукции, совершенствования технологии их возделывания, научность, системность и экономичность. Экономичность задает вектор развития, изыскивает пути компромиссных решений для бизнеса, экологии и государства, а также выступает жестким критерием отбора действительно новаторских предложений в череде всей номенклатуры разрабатываемых мероприятий, что позволяет не только задействовать, интегрировать участников экономических отношений, но и не дать им распасться или занять доминирующую позицию – инновационность подходов к развитию.

В результате проведенного исследования выявлены особенности свеклосахарного производства в Республике Беларусь. Установлено, что за период 2019–2014 гг. валовое производство сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий увеличилось на 181 тыс. т, или 3,6 % и составило 5126 тыс. тонн. Оптимальная площадь посевов остается на уровне 103–104 тыс. га, при этом сахарные заводы арендуют часть земель у хозяйств. Примечательно, что в республике сохраняется тенденция увеличения производства сахара из отечественного свекловичного сырья. За последние 5 лет урожайность сахарной свеклы в Республике Беларусь в хозяйствах всех категорий снизилась. Важным и определяющим фактором достижения высокого уровня урожайности сахарной свеклы является своевременное выполнение всего комплекса технологических операций, соблюдение агротехнических правил ее выращивания с учетом почвенно-климатических условий.

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

Some of the main factors in the development of the sugar beet subcomplex, on which the efficiency of production of the enterprise depends, are an increase in the level of competitiveness of products, improvement of the technology of crop cultivation, scientific nature, systematicity and cost-effectiveness. Cost-effectiveness sets the vector of development, seeks ways of compromise solutions for business, ecology and the state, and also acts as a strict criterion for the selection of truly innovative proposals in a series of the entire range of developed activities, which allows not only to involve, integrate participants in economic relations, but also to prevent them from disintegrating or taking a dominant position – innovative approaches to development.

As a result of the study, the features of sugar beet production in the Republic of Belarus were revealed. It was established that for the period 2019–2014, gross production of sugar beet in farms of all categories increased by 181 thousand tons, or 3.6 % and amounted to 5126 thousand tons. The optimal area of crops remains at the level of 103–104 thousand hectares, while sugar factories lease part of the land from farms. It is noteworthy that the republic maintains a tendency to increase sugar production from domestic sugar beet raw materials. Over the past 5 years, the yield of sugar beet in the Republic of Belarus in farms of all categories has decreased. An important and determining factor in achieving a high level of sugar beet yield is the timely implementation of the entire complex of technological operations, compliance with agrotechnical rules for its cultivation, taking into account soil and climatic conditions.

Key words: sugar, sugar beet, sugar industry, efficiency, sustainability.

Введение

Большое значение свеклосахарного подкомплекса для экономики АПК нашей страны определяется тем, что сахар является одним из важных продуктов питания. Кроме того, он характеризуется высокой транспортабельностью, пригодностью к длительному хранению, что дает возможности использовать его для формирования как национальных, так и мировых продовольственных запасов. Сахарная промышленность Беларуси является одной из самых перспективных отраслей АПК нашей страны. Республика также входит в число крупнейших стран – производителей сахарного песка и в двадцатку – сахарной свеклы. Поэтому развитие свеклосахарного подкомплекса является одним из важных направлений роста экономики и социального сектора АПК Республики Беларусь.

При урожайности 500 ц/га можно получить 75 ц сахара, а также и хороший корм в виде жома, патоки, что дополнительно обеспечит не менее 100 ц/га к. ед. (из 100 ц свеклы, кроме сахара, производят 85–90 ц свежего жома, 4–5 ц патоки и 8–9 ц дефеката). Таким образом, с расширением посевов этой культуры и повышением ее продуктивности укрепляется кормовая база хозяйств. Использование ботвы в качестве удобрения при урожайности корнеплодов в 400–500 ц/га эквивалентно внесению 30 т/га навоза [2–4].

Кроме того, свекла находит разностороннее применение в качестве лекарственного средства. Исходя из этого, целью статьи является обоснование основных условий и факторов формирования и функционирования свеклосахарного подкомплекса в Республике Беларусь.

Основная часть

Сахарная свекла имеет также большое агротехническое значение. Ее размещение в севооборотах повышает культуру земледелия, продуктивность севооборота и интенсификацию сельскохозяйственного производства. Глубокая обработка почвы под сахарную свеклу и систематический уход во время ее вегетации способствуют очищению полей от сорняков и накоплению влаги в почве.

Погодно-климатические условия требуют, чтобы уборка была закончена до наступления устойчивой минимальной температуры воздуха ниже -5°C и промерзания почвы, т. е. до 30 октября. При современном уровне механизации, обеспеченности уборочной техникой, погрузочными и транспортными средствами продолжительность этого процесса обычно составляет 15–20 рабочих дней. Таким образом, с учетом биологических особенностей сахарной свеклы, погодных и организационно хозяйственных условий рациональные сроки массовой уборки ее урожая приходились на период с 1 по 20 октября [3, 4]. В 2023 г. во всех категориях хозяйств нашей республики было собрано 4 844 млн т данной культуры, что на 4,2 % превысило результаты 2022 г. Погодные условия 2023 г. не благоприятствовали выращиванию этого корнеплода. В связи с этим урожайность свеклы несущественно повысилась по отношению к показателям 2022 г (477 ц/га.).

В соответствии с Государственной программой «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы ежегодные объемы производства по основным составляющим свеклосахарного подкомплекса должны составить [1]: по свекловичному сахару – до 620 тыс. т и сохранению его экспортного потенциала на уровне не менее 239 тыс. т; сахарной свекле – 5 млн т.

Индикаторами развития свеклосахарного подкомплекса на 2021–2025 годы являются: достижение объемов производства к 2025 году сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий на уровне не менее 5 млн. тонн при средней урожайности 526 центнеров с гектара на площади 93 тыс. гектаров; обеспечение сахаристости не менее 17 процентов; установление оптимального срока переработки сахарной свеклы – 105–110 суток с отказом от ее заготовки и переработки в ранние (до 20 сентября) и поздние (январь) сроки. Оптимальная площадь посевов остается на уровне 103–104 тыс. га, при этом сахарные заводы арендуют часть земель у хозяйств (табл. 1).

Таблица 1. Динамика показателей производства сахарной свеклы в Республике Беларусь

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Посевная площадь, тыс. га	96	85	87	94	103	104
Урожайность, ц/га	521	482	451	451	477	494
Валовой сбор корнеплодов, тыс. тонн	4945	4009	3874	4227	4844	5126
Производство сахарной свёклы на душу населения, кг	525	428	416	458	528	677
Внесено минеральных удобрений, кг/га	430	442	431	430	430	43,4
Доля площади сахарной свёклы в структуре посевов, %	1,7	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8
Средняя цена на сахарную свёклу, руб./т	67,34	56,89	71,11	72,12	91,71	94,9

Сокращение объемов производства за 2019–2023 гг. было связано с уменьшением валового сбора и урожайности сахарной свеклы. Согласно данным Белстата, в 2019 г. в Республике Беларусь в хозяйствах всех категорий было собрано 4945 тыс. т сахарной свеклы, в 2020 г. показатель снизился до 4009 тыс. т, в 2021 г. – до 3871 тыс. т, 2022 г. было собрано 4227 тыс. т., 2023 г. – 4844 тыс. т.

Общий объем собранной сахарной свеклы составил 5126 тыс. т. в 2024 г., что на 282 тыс. т больше, чем в 2023 году. Это означает, что значительная часть урожая будет реализована сверх госзаказа.

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в 2024 г. хозяйства страны выполнили план поставок сахарной свеклы по госзаказу, реализовав 3,25 млн т. Основной вклад внесли Гродненская область (1,2 млн т), Минская (1,15 млн т) и Брестская (700 тыс. т). В Могилевской области поставлено 200 тыс. т, а Витебская и Гомельская области выращивают свеклу в небольших объемах.

Совет Министров Беларуси определил объемы закупок сельхозпродукции и сырья для госнужд на 2025 год. Объем заказа по сахарной свекле для концерна «Белгоспищепром» – 3,35 млн т.

В 2019 г. в нашей стране было произведено 638,9 тыс. т сахара, в 2020 г. – 572,7 тыс. т, в 2021 г. – 529,5 тыс. т, в 2022 г. – 565 тыс. т, в 2023 г. – 670 тыс. т, в 2024 г. – 620 тыс. т. В 2025 году планируется произвести 660 тыс. т сахара, из которых 380 тыс. т предназначено для внутреннего рынка, а оставшаяся часть пойдет на экспорт. Промышленные предприятия ежегодно потребляют около 210 тыс. т сахара. Население покупает примерно 145 тыс. т в год, в связи с этим сахар является «валютной» Беларусью (табл. 2).

Таблица 2. Динамика основных показателей производства сахара, его поставок на экспорт и потребления на внутреннем рынке Республики Беларусь

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. в % к 2019 г.
Производство, тыс. т	638,9	572,7	529,5	565	670	566,2	103,3
Потребление на душу населения в год, кг	39,5	38,5	39,9	40,2	39,9	39,4	99,7
Средняя цена на сахар-песок, руб./кг	1,52	1,72	1,71	2,12	2,58	2,65	174,3
Поставки сахара на экспорт, тыс. т	278,2	445,2	206,2	190*	200*	290*	104,2

С учетом того, что Республика Беларусь за рассмотренный период (2019–2024 гг.) производила больше сахара, чем потребляла на внутреннем рынке, часть продукции традиционно поставлялась за рубеж. Беларусь вошла в десятку крупнейших мировых экспортеров сахара. По данным Белстата, в 2019 г. наша страна экспортировала 278,2 тыс. т сахара и получила валютную выручку в размере 109,9 млн долл. США. Средняя цена сахара на экспорт составила 395 долл. США за 1 т. В 2020 г. экспортная цена сахара упала до 341 долл. США за 1 т, но его экспорт увеличился как по объемам поставок (445,2 тыс. т), так и по общей стоимости выручки (151,8 млн долл. США). В 2021 г. поставки сахара на внешние рынки снизились на 53,7 % к уровню 2020 г. – до 206,2 тыс. т. В 2023 г. экспорт нашего сахара в стоимостном выражении упал на 25,6 % – до 112,9 млн долл. США. При этом его средняя экспортная цена выросла до 547 долл. США за 1 т продукции. Сколько сахара Беларусь продала за рубеж с 2022 года, сказать сложно, так как Белстат перестал публиковать внешнеторговую статистику в разрезе отдельных товаров. В августе 2022 года Роман Головченко заявил, что планируется реализовать на экспорт 180–200 тыс. тонн сахара. В свою очередь Олег Жидков (председатель концерна «Белгоспищепром») огласил, что экспорт сахара в 2023 году увеличился в 2,5 раза и достиг 200 тыс. тонн, в 2024 году 290 тыс. тонн сообщил заместитель премьер-министра Юрий Шулейко.

В 2024 году Беларусь поставляет отечественный сахар в 20 стран, и основная часть экспорта приходится на страны ЕАЭС, включая Россию и Центральную Азию. Экспорт вырос более чем на 18 % за девять месяцев. С 2000 года в Беларуси реализованы три государственных программы, благодаря которым объем заготовки сахарной свёклы увеличился в 3,8 раза, а производство свекловичного сахара – втрое (до 635 тыс. т в 2023 году), обеспечив полное самообеспечение республики в сахаре из местного сырья [1].

Достижение вышеуказанных показателей производства сахарной свеклы предусматривается путем реализации следующих направлений:

- внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции, повысить производительность труда и эффективность производства;
- сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель;
- повышение эффективности защиты растений за счет совершенствования технологии их возделывания и оптимизации фитосанитарного состояния, обеспечивающих получение стабильных урожаев, при разных погодно-климатических условиях;
- использование наиболее интенсивных сортов и гибридов;
- внедрение элементов системы точного земледелия, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства.

Таким образом, отличительными чертами устойчивого развития свеклосахарного подкомплекса в Республике Беларусь с учетом инновационного подхода являются:

- 1) конкурентоспособность – весь спектр изменений в производственной и социально-экономической сферах должен происходить в пределах границ набора актуальных решений на момент их внедрения для успешной конкуренции предприятий на рынке;
- 2) технологичность – задачи инновационного характера, решаемые в пользу устойчивости развития, следует распределять в равной мере по всем звеньям производства сахара и сопутствующих продуктов, избегая образования узких мест производственно-технологической цепочки;
- 3) научность – одним из основных гарантов качества отраслевых преобразований обязана стать научно-исследовательская деятельность, имеющая конкретную прикладную ценность;
- 4) системность – необходимо стремиться к пониманию всех особенностей взаимодействия участников и звеньев производства, которые могут позволить достичь синергетического эффекта для отрасли и страны;

5) экономичность – в основе каждого из действий на самых ранних этапах его возникновения и продвижения необходимо руководствоваться экономическим аппаратом для выявления степени целесообразности и эффективности. Здесь же стоит обратить внимание на тот факт, что само по себе явление экономии не исчерпывает потенциала и возможностей экономической составляющей (рис. 2).

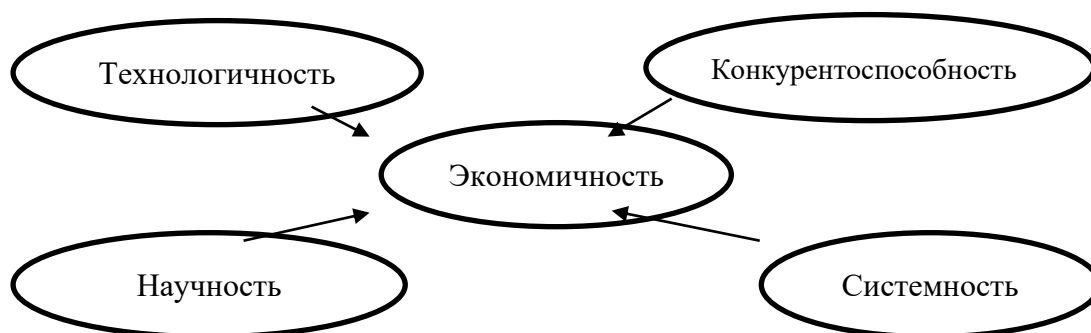


Рис. 2. Основные черты устойчивого развития сахарной промышленности и их взаимосвязь

Следует отметить, что устойчивость, с одной стороны, является балансом между потребностями и возможностями хозяйствующих звеньев всей цепочки производства сахарной продукции, а с другой – как явление более высокого порядка, включающая баланс уже другого рода потребностей и возможностей у государства, отрасли и самих предприятий и аграриев.

Заключение

Таким образом, Республика Беларусь имеет существенный потенциал для дальнейшего наращивания объемов производства сахарной свеклы, сахара и прочей продукции переработки свеклосахарного сырья. В современных условиях важно продолжить осуществлять научно обоснованную систему мер, в том числе государственной поддержки, для дальнейшего эффективного развития подкомплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусский сахар в 2024 году поставляют в 20 государств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sugar.ru/node/46621>. – Дата доступа: 10.04.2025.
2. Карпович, Н. В. Реализация экспортного потенциала агропродовольственной сферы Беларуси – достижения и перспективы / Н. В. Карпович, Е. П. Макуцня // Аграр. экономика. – 2024. – № 8. – С. 3–15.
3. Киреенко, Н. В. Модели развития аграрного бизнеса в международной практике / Н. В. Киреенко // Вестн. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, №1. – С. 23–42.
4. Кокиц, Е. В. Факторы устойчивого развития свекловодства в Республике Беларусь / Е. В. Кокиц // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 2. – С. 48–52.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 09.04.2025.
6. Об установлении фиксированных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2024 года, закупаемую для республиканских государственных нужд [Электронный ресурс]: Постановление министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь №26 от 26 марта 2024 года – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/uploads/Files/docs/Postanovlenie-po-zakup-tsenam-26.pdf>
7. Общая информация о внешней торговле: направления, задачи, итоги за актуальный период [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mfa.gov.by/export/foreign_trade/ Дата доступа: 10.04.2024.
8. Устойчивое развитие сахарного производства на основе инновационного подхода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science-education.ru/pdf/2014/3/496.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2025.

АНАЛИЗ МОДЕРНИЗАЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КАНАЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЫРЬЕВЫХ СОЕВЫХ БОБОВ: ИННОВАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

ЛЮ ХУЭЙЦЗИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: liuhuijing_dezhou@qq.com

(Поступила в редакцию 02.04.2025)

В этом исследовании основное внимание уделяется процессу модернизации каналов распределения соевого сырья в Китае, систематически анализируя эволюцию традиционных каналов распределения, практические результаты инновационных моделей, а также проблемы и будущие тенденции трансформации. Исследование показывает, что система распределения сои в Китае претерпевает глубокие изменения, переходя от традиционной децентрализованной модели к современной интенсивной модели. Этот сдвиг характеризуется тремя значительными изменениями: сокращением посреднических звеньев, ростом электронной коммерции и улучшением функций фьючерсного рынка. Инновационные модели, такие как «Компания + База + Фермер», «Кооператив + Фермер», цифровое управление совместной логистикой и отслеживание на основе блокчейна значительно повысили эффективность распределения. Однако такие проблемы, как фрагментация информации, низкий уровень стандартизации, недостаточная связь интересов и региональные логистические барьеры, по-прежнему ограничивают общую эффективность каналов. В будущем трансформация каналов распределения будет характеризоваться четырьмя основными тенденциями: цифровая трансформация всей цепочки поставок, зеленое низкоуглеродное развитие, углубление интеграции производственной цепочки и расширение международного сотрудничества. Это исследование имеет важное справочное значение для содействия модернизации системы распределения соевого сырья.

Ключевые слова: соевое сырье, распределение, эволюция.

This study focuses on the modernization process of the distribution channels for soybean raw materials in China, systematically analyzing the evolution of traditional distribution channels, the practical outcomes of innovative models, as well as the challenges and future trends of transformation. The research indicates that China's soybean distribution system is undergoing profound changes, transitioning from a traditional decentralized model to a modern intensive model. This shift is characterized by three significant changes: the reduction of intermediary links, the growth of e-commerce, and the improvement of futures market functions. Innovative models such as "Company + Base + Farmer", "Cooperative + Farmer", digitally managed joint logistics, and blockchain-based tracking have significantly enhanced the efficiency of distribution. However, issues such as information fragmentation, low levels of standardization, insufficient interest linkage, and regional logistics barriers still limit the overall efficiency of the channels. In the future, the transformation of distribution channels will be characterized by four main trends: the digital transformation of the entire supply chain, green low-carbon development, deepening integration of the production chain, and expansion of international cooperation. This study holds important reference value for promoting the modernization of the soybean raw materials distribution system.

Key word: soybean raw materials, distribution, evolution.

Введение

Каналы распределения сырьевых соевых бобов, являясь важной связующей нитью между производством и переработкой, их эффективность и инновации в моделях напрямую влияют на общую конкурентоспособность цепочки поставок. Китай, будучи крупнейшим в мире импортером и потребителем соевых бобов, переживает глубокую трансформацию своей системы распределения от традиционной к современной. Данное исследование направлено на анализ закономерностей эволюции каналов распределения сырьевых соевых бобов в Китае, инновационных моделей и тенденций их будущего развития, с целью оптимизации системы распределения и повышения эффективности цепочки поставок, предоставляя теоретическую основу и практическое руководство.

Основная часть

Система распределения сырьевых соевых бобов в Китае претерпела глубокие преобразования, переходя от традиционной децентрализованной модели к современной интенсивной модели, что проявляется в трех основных изменениях:

Во-первых, промежуточные звенья постепенно сокращаются, а модель прямых продаж быстро развивается. Все больше перерабатывающих предприятий устанавливают долгосрочные контрактные отношения с производственными базами, фиксируя поставки сырья через заказное сельское хозяйство и уменьшая количество звеньев в цепи поставок. Например, группа «Бэйдаохуан» разработала модель заказного сельского хозяйства «компания + база + фермер», которая охватывает более 50 % посевных площадей соевых бобов в провинции Хэйлунцзян, обеспечивая прямые поставки качественных соевых бобов от поля до перерабатывающего завода, сокращая промежуточные звенья и снижая затраты на распределение примерно на 15 %, при этом доходы фермеров увеличиваются более чем на 12 %.

Табл. 1 демонстрирует основные характеристики традиционных и современных каналов распределения.

Таблица 1. Сравнение характеристик традиционных и современных каналов распределения

Характеристические измерения	Традиционные каналы распределения	Современные каналы распределения
Этапы обращения	5–7, наценка посредников составляет 20 %–30 %	2–3, в основном прямая продажа
Организационная форма	Децентрализованное управление, каждый сам по себе	Интегрированная работа, совместная выгода
Способы торговли	Очная торговля, асимметрия информации	Электронные торговые платформы, прозрачные и эффективные
Формирование цен	Следует за рынком, значительные колебания	Сочетание спотовых и фьючерсных сделок, относительно стабильное
Контроль качества	Этапы распределены, трудно отследить	Полный контроль, стандарты едины
Структура затрат	Высокие логистические затраты и высокие транзакционные затраты	Явно выраженный эффект масштаба, снижение затрат и повышение эффективности

Во-вторых, электронные коммерческие платформы стремительно развиваются, полностью изменяя традиционные способы торговли. Исследование, проведенное Цзэн и др. (2023) на основе панельных данных 31 провинции Китая за 2014–2020 годы, показало, что плотность логистики оказывает значительное влияние на развитие электронной коммерции, одновременно оптимизируя экономическую структуру. По данным Министерства сельского хозяйства и сельских дел, в 2023 году объем сделок с соевыми бобами и продуктами через электронные коммерческие платформы составил 760 миллиардов юаней, что на 28,6 % больше по сравнению с предыдущим годом. Типичный пример – платформа электронной коммерции сельскохозяйственной продукции «Нянь Нянь Фэн» от Alibaba, которая с помощью анализа больших данных и интеллектуального сопоставления напрямую соединяет высококачественные соевые бобы с северо-востока с перерабатывающими предприятиями на юге. Платформа ежегодно обрабатывает около 5 миллионов тонн соевых бобов, сокращая среднее количество этапов обращения на 2,1, а эффективность сделок увеличивается более чем на 35 %.

В заключение, функции фьючерсного рынка становятся все более совершенными, а механизмы ценообразования и хеджирования рисков постоянно усиливаются. Исследование Лю Цзыхао и Фу Чжии (2019) показывает, что функции ценообразования на рынке фьючерсов на соевые бобы в нашей стране продолжают улучшаться, что не только предоставляет базу для ценообразования в спотовой торговле, но и снижает риски рыночной волатильности через механизмы хеджирования. Согласно данным Даляньской товарной биржи, в 2023 году объем торгов фьючерсами на соевые бобы достиг 530 миллионов контрактов, что на 31,4 % больше по сравнению с прошлым годом, а количество промышленных клиентов, участвующих в хеджировании, увеличилось на 25 %, что значительно повысило толщину и глубину рынка.

Анализ инновационных моделей распределительных каналов. С учетом интеграции отраслей и технологического прогресса каналы распределения сырьевых соевых бобов в Китае демонстрируют различные инновационные модели (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение инновационных моделей распределительных каналов сырья соевых бобов в Китае

Инновационная модель	Ключевые характеристики	Типичные примеры	Эффективность реализации
Компания + база + фермер	Ведущая роль перерабатывающих предприятий в создании системы координации цепочки поставок	Проект '2553' 'Цзюсань зерно и масло'	Площадь посевов составляет 1,2 миллиона му, доходы фермеров увеличились на 30 %.
Кооператив + фермер	Специализированные кооперативы интегрируют ресурсы мелких фермеров, создавая эффект масштаба.	Объединение специализированных кооперативов по соевым бобам Вучаня, провинция Хэйлунцзян.	Интеграция 23 кооперативов, охват 12 тысяч фермеров, единая продажа увеличивает доход на 15 %.
Цифровая платформа для совместной логистики	Обеспечение взаимовыгодного сотрудничества через платформу	Программа прямого подключения фермеров Хэма Сяншэн	Доставка в течение 48 часов, снижение потерь свежести на 50 %, увеличение доходов фермеров на 25 %
Применение технологии блокчейн	Полная прослеживаемость, повышение прозрачности сделок и уровня доверия	Проект блокчейн глобальной цепочки поставок соевых бобов Группы COFCO	Сроки расчетов сокращены с 10–15 дней до 1–2 дней

Модель «Компания + База + Фермер» стала основной формой интеграции в цепочке поставок соевых бобов. Исследование, проведенное Цзянь Ляньчжоу и др. (2003), указывает на то, что перерабатывающие предприятия, создавая сырьевые базы, предоставляют фермерам всестороннюю поддержку в виде сортов, технологий и финансирования, формируя тем самым тесное сообщество интересов.

Проект «2553», реализованный Цзюсань зерно и масло в провинции Хэйлунцзян (где 20 % финансирует компания, 5 % – фермеры, 50 % – банковские кредиты, 5 % – государственные субсидии), показал значительные результаты, охватив посевные площади в 1,2 миллиона му, обеспечив стандартизированное земледелие и интенсивное управление, качество соевых бобов достигло экспортных стандартов, а годовой доход фермеров увеличился примерно на 30 %.

Модель «кооператив + фермер» в полной мере использует связующую роль организации фермеров. Исследование Цуй Фалиня (2014) показало, что специализированные кооперативы, интегрируя ресурсы мелких фермеров, формируют эффект масштаба на этапах закупки производственных ресурсов, продвижения технологий и продажи продукции, что значительно повышает переговорные возможности фермеров и их конкурентоспособность на рынке. Специализированный кооператив по соевым бобам в городе Вучан провинции Хэйлунцзян объединил 23 местных кооператива, охватывающих 12 тысяч фермерских хозяйств, что позволило унифицировать закупку сельскохозяйственных ресурсов и сэкономить 12 % затрат, а также унифицировать продажи и увеличить доходы на 15 %, что эффективно повысило уровень организации выращивания соевых бобов.

Цифровые платформы, способствующие совместным логистическим моделям, переопределяют распределительные структуры. Механизм совместной логистики «Фермер + Потребитель», предложенный Чжоу и др. (2024), благодаря возможностям платформы обеспечивает взаимовыгодное сотрудничество – снижает логистические затраты, уменьшает углеродные выбросы, повышает эффективность доставки, одновременно значительно снижая потери продукции и увеличивая доходы фермеров. На практике программа прямого подключения фермеров Хэма Сяншэн напрямую связывает высококачественные соевые бобы из Сюйцюаня, провинция Цзянсу, с потребительским рынком Шанхая, обеспечивая завершение процесса от сбора урожая до конечной доставки в течение 48 часов. При этом уровень потерь свежести снижается более чем на 50 %, а доходы фермеров увеличиваются на 25 %, удовлетворенность потребителей возрастает на 32 %.

Применение технологии блокчейн вдохнуло новую жизнь в каналы распределения. Исследование Чжэна и Чжоу (2023) показывает, что интеграция логистики сельскохозяйственной продукции на основе интеллектуальной блокчейн-технологии может обеспечить как минимум 40 % дополнительной прибыли. Группа COFCO в 2022 году реализовала проект «Блокчейн глобальной цепочки поставок соевых бобов», охватывающий весь процесс от Бразилии, США и других стран-производителей до портов Китая, включая ключевые данные, такие как сертификация происхождения, контроль качества, логистические траектории и информация о таможенном оформлении. Благодаря автоматическому выполнению платежей через смарт-контракты традиционный срок расчетов в торговле сократился с 10–15 дней до 1–2 дней, что значительно повысило эффективность использования средств.

Проблемы и тенденции преобразования каналов распределения. Хотя каналы распределения сырьевых соевых бобов в Китае достигли значительного прогресса, они все еще сталкиваются с рядом глубоких проблем, требующих решения.

Явление информационной разобщенности по-прежнему широко распространено, что ограничивает общую эффективность каналов. Согласно исследованию Китайской ассоциации логистики и закупок, проблема информационных островов в цепочке поставок соевых бобов является актуальной: степень соответствия информации между производственным и перерабатывающим секторами составляет менее 65 %, прозрачность информации о запасах лишь 42 %, а уровень несоответствия между решениями по выращиванию и рыночным спросом превышает 20 %.

Низкий уровень стандартизации увеличивает затраты на распределение и риски качества. В настоящее время в Китае для закупки соевых бобов применяется национальный стандарт «GB1352-2009 соевые бобы», однако на практике существуют проблемы с несоответствием исполнения, различиями в методах тестирования и т.д. Различия в стандартах между регионами и предприятиями приводят к путанице в классификации, и доля некачественной продукции достигает более 30 %, что вызывает потери ресурсов и ценности.

Механизм связи интересов нуждается в доработке, а основа сотрудничества в цепочке поставок остается нестабильной. Исследования в отрасли показывают, что противоречия интересов между фермерами, производящими соевые бобы, и перерабатывающими предприятиями сосредоточены на следующих аспектах: неясное распределение рисков при колебаниях цен, несовершенство механизма «качество за цену» и недостаточная защита выполнения контрактов.

Явные региональные логистические барьеры ограничивают оптимальное распределение ресурсов. По расчетам Китайской ассоциации логистики, логистические затраты от районов производства соевых бобов до основных перерабатывающих районов составляют 15–20 % от общих затрат, а в пиковые

периоды нехватка транспортных мощностей достигает около 20 %. Затрудненная логистика между регионами напрямую ограничивает рациональное движение ресурсов и их эффективное распределение.

Смотря в будущее, преобразование каналов распределения сырьевых соевых бобов в Китае демонстрирует четыре ключевые тенденции:

Во-первых, ускорение цифровой трансформации всей цепочки поставок. Технологии Интернета вещей, больших данных и искусственного интеллекта будут глубоко интегрированы на всех этапах распределения, что позволит реализовать функции интеллектуального прогнозирования запасов, оптимизации маршрутов в реальном времени и автоматического предупреждения о рисках, что в целом повысит эффективность распределения ресурсов. Ожидается, что к 2025 году уровень цифровизации в цепочке поставок соевых бобов превысит 50 %, что позволит перейти от 'цифрового восприятия' к 'умному принятию решений'.

Во-вторых, концепция зеленой низкоуглеродной экономики становится все более популярной. Согласно данным Зеленого логистического подразделения Китайской ассоциации логистики и закупок, в 2023 году доля новых энергетических транспортных средств в области логистики соевых бобов достигла 12 %, что на 3.8 процентных пункта больше по сравнению с прошлым годом; доля навалочных перевозок увеличилась до 78 %, что позволило сократить использование упаковочных материалов примерно на 30 %; количество проектов по экологической модернизации складских помещений увеличилось на 42 %, а удельное потребление энергии снизилось примерно на 15 %.

Третье – углубление интеграции цепочки поставок. С 2020 года в Китае ежегодно происходит более 30 случаев слияний и поглощений в соевом секторе, что сопровождается как продлением цепочки поставок, так и горизонтальной экспансией. Ведущие компании создают полный цикл от генетического селекции, посевных площадей, логистики хранения до переработки и продаж через слияния, реорганизации и стратегическое сотрудничество. Ожидается, что в течение следующих пяти лет доля рынка десяти крупнейших компаний в соевом секторе вырастет с текущих 60 % до более чем 75 %.

Четвертое – расширение международного сотрудничества. В 2023 году объем инвестиций китайских компаний в зарубежные цепочки поставок соевых бобов достиг 2,8 миллиарда долларов США, что на 35 % больше по сравнению с прошлым годом. Государственные предприятия, такие как COFCO и Sinograin, инвестируют в строительство логистических баз для хранения зерна в таких странах, как Бразилия, Аргентина и Россия, создавая глобальную цепочку поставок соевых бобов и способствуя оптимизации правил мировой торговли соевыми бобами и интеграции стандартных систем.

Заключение

Каналы распределения сырьевых соевых бобов в Китае переживают глубокие преобразования, переходя от традиционных к современным, от разрозненных к централизованным, от региональных к глобальным. Инновации организационных моделей, таких как «Компания + база + фермер» и «Кооператив + фермер» в сочетании с развитием технологий, таких как электронная коммерция и блокчейн, значительно повысили эффективность распределения и уровень координации в цепочке поставок. Тем не менее, такие проблемы, как информационная разобщенность, недостаточная стандартизация, неразвита механизма распределения прибыли и явные региональные барьеры, по-прежнему ограничивают общую эффективность распределительной системы. В будущем, с учетом тенденций цифровой трансформации всей цепочки, зеленого низкоуглеродного развития, углубления интеграции цепочки поставок и расширения международного сотрудничества, уровень модернизации каналов распределения сырьевых соевых бобов в Китае будет продолжать расти, обеспечивая надежную поддержку для гарантии безопасности поставок соевых бобов и содействия устойчивому развитию отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wu, Y., & Haasis, H. D. (2018). The freight village as a pathway to sustainable agricultural products logistics in China. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1227-1238.
2. Zeng, Y., Guo, H., & Liu, Y. (2023). Logistics density, e-commerce development, and economic restructuring: Evidence from China. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 171, 102936.
3. 刘子豪, 富祉祎. (2019). 中国大豆期货市场价格发现功能研究. *价格理论与实践*, (5), 89–92.
4. 江连洲, 杨武军, 李洪. (2003). 我国大豆压榨业发展现状及对策. *粮食加工*, 28(5), 4–6.
5. 崔发霖. (2014). 大豆专业合作社运行机制与绩效评价. *中国农村经济*, (7), 63–71.
6. Zhou, M., Wang, X., & Li, Y. (2024). Joint purchasing mechanism in agricultural product logistics between farmers and consumers. *International Journal of Production Economics*, 270, 108940.
7. Zheng, J., & Zhou, L. (2023). Smart blockchain-based agricultural product logistics integration. *Computers & Industrial Engineering*, 176, 109019.
8. 中国物流与采购联合会. (2023). 中国大豆物流发展报告. 北京: 中国物资出版社.
9. 农业农村部市场与信息化司. (2023). 中国农产品电子商务发展报告. 北京: 中国农业出版社.
10. 李振宇, 王丽. (2022). 大豆分销渠道创新模式比较研究. *商业经济研究*, (15), 112–115.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К БУХГАЛТЕРСКОМУ УЧЕТУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

Е. А. ГУДКОВА, С. В. ГУДКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: alenagudkova@mail.ru

(Поступила в редакцию 09.04.2025)

В статье рассматриваются актуальные вопросы бухгалтерского учета обязательств, исследуется их сущность, нормативно-правовой аспект, классификация, проводится сравнение отдельных видов обязательств по национальным стандартам бухгалтерского учета с международными стандартами финансовой отчетности, предлагаются варианты их оценки и порядка отражения. В статье дана характеристика обязательств, связанных с кредиторской задолженностью в части оплаты труда, предлагается авторский вариант их классификационных групп, где главным критерием их разделения является временной период. Результаты исследования позволили раскрыть современные подходы к оценке обязательств по оплате труда, определить варианты отражения обязательств на счетах бухгалтерского учета, а также провести сравнение методик бухгалтерского учета вознаграждений работников по международным и белорусским стандартам. Предлагаемые варианты оценки обязательств по оплате труда включают в себя 3 способа: по дисконтированной стоимости, справедливой стоимости, стоимости их начисления. Выбор из рекомендуемых вариантов оценки обязательств по оплате труда зависит от временного характера и связан с предлагаемыми в исследовании классификационными группами. Использование на производстве предложенного способа оценки обязательств по оплате труда позволит более объективно формировать затраты на производство продукции и определять конечный финансовый результат деятельности субъекта хозяйствования. Также в статье проведено исследование бухгалтерского учета обязательств, связанных с формированием резервов предстоящих платежей. Результаты исследования позволили определить порядок создания резервов предстоящей оплаты отпусков и установить 3 способа определения их размеров. Каждый способ расчета величины резерва представляет собой механизм определения его конкретной суммы в зависимости от производственных условий и возможностей профессионального суждения управленческого персонала. Предложенные варианты создания резервов предстоящей оплаты отпусков будут способствовать рациональному и грамотному их формированию и использованию в деятельности субъектов хозяйствования.

Ключевые слова: обязательства, классификация, оценка, бухгалтерский учет, обязательства по оплате труда, резервы предстоящих платежей, резервы предстоящей оплаты отпусков, порядок формирования резервов, расчет резервов, совершенствование.

The article considers current issues of accounting of liabilities, studies their essence, regulatory and legal aspect, classification, compares certain types of liabilities under national accounting standards with international financial reporting standards, offers options for their assessment and the procedure for reflecting. The article provides a description of liabilities related to accounts payable in terms of wages, offers the author's version of their classification groups, where the main criterion for their division is the time period. The results of the study made it possible to reveal modern approaches to assessing wage liabilities, determine options for reflecting liabilities in bookkeeping accounts, and compare methods of accounting for employee remuneration according to international and Belarusian standards. The proposed options for assessing wage liabilities include 3 methods: at discounted cost, fair value, and the cost of their accrual. The choice of the recommended options for assessing wage liabilities depends on the temporary nature and is associated with the classification groups proposed in the study. The use of the proposed method for assessing wage liabilities in production will allow for a more objective formation of production costs and determination of the final financial result of the business entity. The article also studies the accounting of liabilities related to the formation of reserves for upcoming payments. The results of the study made it possible to determine the procedure for creating reserves for upcoming vacation pay and to establish 3 methods for determining their size. Each method for calculating the reserve amount is a mechanism for determining its specific amount depending on production conditions and the capabilities of professional judgment of management personnel. The proposed options for creating reserves for upcoming vacation pay will contribute to their rational and competent formation and use in the activities of business entities.

Key words: liabilities, classification, assessment, accounting, wage obligations, reserves for upcoming payments, reserves for upcoming vacation pay, procedure for forming reserves, calculation of reserves, improvement.

Введение

Система бухгалтерского учета и отчетности Республики Беларусь развивается и совершенствуется с учетом современных экономических отношений, формирующихся под влиянием как национальных особенностей развития страны, так и международных отношений. Результаты проведенного исследования свидетельствуют об отсутствии исчерпывающих регламентаций по бухгалтерскому учету обязательств организаций. В нормативно-правовой системе правила оценки и отражения в учете и в отчетности регламентированы не для всех видов обязательств. Во многих ситуациях возникают неурегулированные вопросы, связанные с классификацией обязательств как объектов учета. Исследования также выявили отличия современных правил учета обязательств в Республике Беларусь от требований Международных стандартов финансовой отчетности (далее – МСФО). В связи с этим совершенствование регламентаций, касающихся обязательств, является одним из наиболее актуальных направлений дальнейшего реформирования бухгалтерского учета в Республике Беларусь.

Основная часть

Согласно Закону Республики Беларусь «О бухгалтерском учете и отчетности» [6], обязательства – это задолженность организации, возникшая в результате совершенных хозяйственных операций, погашение которой приведет к уменьшению активов или увеличению собственного капитала организации. Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности (НСБУ) «Индивидуальная бухгалтерская отчетность», утвержденный постановлением Министерства финансов Республики Беларусь 12 декабря 2016 г. № 104 [4], классифицирует обязательства в бухгалтерском балансе, исходя из их экономического содержания, по следующим видам: обязательства по кредитам и займам; обязательства по лизинговым платежам; кредиторская задолженность; отложенные налоговые обязательства; обязательства, предназначенные для реализации; доходы будущих периодов; резервы предстоящих платежей; прочие обязательства.

Актуальные вопросы при исследовании бухгалтерского учета обязательств вызывают обязательства, связанные с кредиторской задолженностью в части оплаты труда работникам, а также с формированием резервов предстоящих платежей в части резервов предстоящих отпусков.

Одним из важнейших видов кредиторской задолженности являются обязательства, связанные с начислением заработной платы работникам организации. Проведем сравнение требований к учету обязательств по оплате труда в системах белорусских и международных стандартов.

К международным стандартам, которые регламентируют вопросы учета и отражения в отчетности обязательств по оплате труда, относятся МСФО (IAS) 19 «Вознаграждения работникам», МСФО (IAS) 26 «Учет и отчетность по программам пенсионного обеспечения (пенсионным планам)» и МСФО (IFRS) 2 «Выплаты на основе долевых инструментов» [7].

Можно заметить, что в системе МСФО данному виду обязательств уделяется достаточно внимания, решены вопросы признания, оценки и отражения в отчетности различных видов вознаграждений работникам, в то время как в системе белорусских нормативных документов отсутствует отдельный НСБУ. В связи с этим такие вопросы, как определение обязательств по оплате труда, их состав, оценка и раскрытие в отчетности, остаются неурегулированными в отечественном учете.

Изучив классификацию вознаграждений работникам, представленную в МСФО (IAS) 19, нельзя не заметить, что они осуществляются на разной основе, в зависимости от того, относятся ли они к краткосрочным или погашаются в период более 12 месяцев после оказания работником услуг. При этом главной задачей является выработка требований по достоверной оценке выплат работникам и признанию их в отчетности. В белорусском учете деление обязательств по оплате труда на краткосрочные и долгосрочные не предусмотрено.

Проведем сравнение учета вознаграждений работникам в белорусских и международных стандартах в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение учета вознаграждений работникам по международным и белорусским стандартам

Признак сравнения	МСФО	Белорусское законодательство
Наличие стандартов	МСФО (IAS) 19, МСФО (IAS) 26, МСФО (IFRS) 2	Отсутствуют аналоги данных стандартов. Отдельные регламентации встречаются в различных нормативных документах
Классификация вознаграждений работникам	Четыре группы выплат, отличающиеся правилами признания, оценки и отражения в отчетности	Отсутствует подразделение на группы
Разграничение краткосрочных и долгосрочных вознаграждений	Вознаграждения работникам подразделяются на краткосрочные и долгосрочные	Отсутствует подразделение вознаграждений работникам на краткосрочные и долгосрочные
Оценка	Краткосрочные вознаграждения отражаются по недисконтированной стоимости, долгосрочные – по дисконтированной. Выплаты долевыми инструментами оцениваются на основе справедливой стоимости	Все вознаграждения отражаются по стоимости начисления, оценка по дисконтированной и справедливой стоимости не применяется
Отражение в отчетности	Требования к раскрытию информации в финансовой отчетности разработаны по каждой из четырех групп выплат	Нет специальных требований по данному вопросу

Примечание: таблица составлена авторами на основании собственных исследований.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что в настоящее время в Республике Беларусь присутствуют отдельные пробелы в нормативном регулировании учета обязательств по оплате труда, в связи с чем

считаем необходимым разработать и ввести в систему белорусских стандартов бухгалтерского учета и отчетности нормативный документ, регламентирующий учет таких обязательств.

В данном документе необходимо провести классификацию вознаграждений работникам, которая бы группировала различные виды выплат в зависимости от особенностей их признания, оценки и отражения в отчетности. В системе отечественного бухгалтерского учета целесообразно выделить три классификационные группы обязательств по оплате труда:

- 1) *краткосрочные*;
- 2) *долгосрочные*;
- 3) *обязательства, основанные на акциях* [3].

Мы считаем деление обязательств по оплате труда на краткосрочные и долгосрочные оправданным. При этом должны быть различны требования к их оценке. Так, *краткосрочные обязательства* следует оценивать по стоимости их начисления, *долгосрочные* – по дисконтированной стоимости. Предположим, организация обязана выплатить своим работникам определенную сумму в срок более чем через 12 месяцев. Соответственно, чем больше отдалается срок оплаты, тем это выгоднее для организации, поскольку в этом случае играет фактор времени. При этом организация может разместить на период до погашения обязательств средства в банке и получить соответствующую дополнительную сумму в виде начисленных процентов. Таким образом, считаем, что введение требования оценки долгосрочных обязательств по оплате труда по дисконтированной стоимости является обоснованным и необходимым для внедрения в практику бухгалтерского учета и отчетности Республики Беларусь.

Третья группа *обязательств по оплате труда, основанных на стоимости акций*, должны оцениваться по справедливой стоимости. Для их учета необходимо воспользоваться методикой, предложенной Национальным стандартом бухгалтерского учета и отчетности «Финансовые инструменты», утвержденном постановлением Министерства финансов Республики Беларусь 22 декабря 2018 г. № 74. Согласно этому стандарту «справедливая стоимость финансового инструмента – сумма денежных средств, которая была бы получена в случае реализации финансового актива или уплачена в случае погашения финансового обязательства в текущих рыночных условиях» [5].

Подобная классификация обязательств по оплате труда поставит вопрос о применении оценки соответствующих видов обязательств по дисконтированной и справедливой стоимости, которые в настоящее время не применяются на практике к расчетам по оплате труда.

Необходимо также обозначить четкие правила, в соответствии с которыми при признании обязательств по оплате труда осуществляется включение сумм начисленной заработной платы в состав затрат на производство, расходов на реализацию, вложений в долгосрочные активы, прочие расходы и др. Стоит отметить, что в настоящее время эти вопросы рассматриваются в различных нормативных документах.

В соответствии с МСФО (IAS) 19 при оплате услуг работников организация признает в учете расход в том случае, если в соответствии с иными международными стандартами данные суммы не включаются в себестоимость активов (запасов – по МСФО (IAS) 2, основных средств – по МСФО (IAS) 16). При этом сверхнормативные расходы и расходы, не связанные с производством, не включаются в его себестоимость. Исходя из приведенных регламентаций, мы считаем, что в белорусском учете необходимо ввести следующую методику учета затрат, связанных с оплатой труда. Суммы начисленной заработной платы и отчисления от нее должны включаться в себестоимость актива, если эти затраты непосредственно приводят к увеличению данного актива. К таким затратам будут относиться суммы оплаты труда за отработанное время, необходимое для производства того или иного вида актива, включая надбавки за квалификацию работника. Оплата за неотработанное время, в течение которого работником не создается соответствующий актив, не должна включаться в себестоимость актива. К таким видам относится оплата за простои не по вине работника. Действительно, согласно ст. 71 Трудового кодекса Республики Беларусь простои не по вине работников оплачиваются не ниже двух третей их обычной заработной платы. Вместе с тем за время простоя не создается готовая продукция. Таким образом, в ее себестоимость не должны включаться затраты на оплату простоя. Не должны включаться в себестоимость актива и дополнительные суммы, выплачиваемые в том случае, если работник трудился сверхурочно или в выходные и праздничные дни. Как следует из Трудового кодекса РБ, оплата сверхурочной работы и работы в праздничные и выходные дни осуществляется в повышенном размере. Однако это повышение не приводит к увеличению произведенной продукции. По нашему мнению, данные начисленные обязательства по оплате труда в представленных случаях должны приводить к возникновению расхода по прочей текущей деятельности.

Рассмотрим рекомендуемую методику на следующих примерах:

1. Корреспонденции по начислению оплаты за отработанное время, премий, надбавок и соответствующих страховых взносов будут выглядеть следующим образом:

Дебет счетов 20 «Основное производство», 23 «Вспомогательные производства», 25 «Общепроизводственные затраты», 26 «Общехозяйственные затраты», 08 «Вложения в долгосрочные активы» и др.;

Кредит счетов 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда», 69 «Расчеты по социальному страхованию и обеспечению», 76-2 «Расчеты по имущественному и личному страхованию».

2. Корреспонденции по начислению оплаты за простои не по вине работников, доплат за исправление брака, оплаты за работу в праздничные дни, отпускных и соответствующих страховых взносов будут следующими:

Дебет счета 90-10 «Прочие расходы по текущей деятельности»;

Кредит счетов 70 «Расчеты с персоналом по оплате труда», 69 «Расчеты по социальному страхованию и обеспечению», 76-2 «Расчеты по имущественному и личному страхованию».

Таким образом, рекомендуемая методика отражения на счетах бухгалтерского учета обязательств по оплате труда позволит более точно и объективно определять себестоимость производимой продукции и формировать конечный финансовый результат деятельности субъектов хозяйствования.

Еще одним актуальным направлением в совершенствовании обязательств является формирование резервов предстоящих платежей (в части предстоящих отпусков), так как создание резерва на оплату отпусков позволяет не допускать резких скачков уровня себестоимости, вызванных сезонностью производства и неравномерностью предоставления отпуска работникам организации. Создавая резерв отпусков, организации тем самым обеспечивают заинтересованных пользователей информацией о величине обязательства по оплате отпусков работникам на отчетную дату.

На текущий момент на законодательном уровне не закреплён порядок создания резерва предстоящей оплаты отпусков и методика его формирования. Перед организацией стоит задача самостоятельно разработать и экономически обосновать методику расчета резерва предстоящей оплаты отпусков, которую необходимо закрепить в учетной политике организации.

Резерв отпусков создается на отчетную дату. Этой датой для организации могут быть:

- последнее число каждого месяца. Этот вариант наиболее предпочтительный, но и более трудоемкий;
- последнее число каждого квартала;
- последнее число года – 31 декабря. Вариант самый простой, но доступен он только тем организациям, которые составляют отчетность лишь по итогам года.

Какую дату для расчета резерва выбрать, организация выбирает сама и закрепляет это в своей учетной политике.

Поскольку законодательством не определен способ подсчета величины резерва на оплату отпусков, то этот алгоритм организация разрабатывает самостоятельно и также закрепляет его в своей учетной политике.

Существует несколько способов определения суммы резерва на оплату отпусков. Но в любом случае, вначале необходимо распределить всех работников организации по группам. Принцип, следующий: в одну группу объединяются те работники организации, начисление заработной платы которым отражается на одном и том же счете учета затрат. Это значит, что работники основного производства, чья заработная плата начисляется по дебету счета 20 «Основное производство», будут объединены в одну группу, работники вспомогательных производств – в другую, поскольку их заработная плата начисляется по дебету счета 23 «Вспомогательные производства», и так далее.

В процессе исследования были установлены несколько вариантов определения размера резерва на оплату отпусков.

При первом способе на каждую отчетную дату (конец месяца, квартала или года) резерв рассчитывается исходя из среднего дневного заработка каждого конкретного работника и количество неиспользованных дней его отпуска. Сложив по всем работникам группы величину рассчитанных отпускных с учетом взносов на социальное страхование и обеспечение, получим величину, которая и будет являться суммой резерва на оплату отпусков по каждой конкретной группе на отчетную дату.

При втором способе порядок расчета суммы резерва отпусков может быть упрощен путем определения среднего заработка не конкретного работника, а всех работников соответствующей группы. Для этого общее количество неиспользованных дней отпуска, на которое имеют право все работники одной группы на эту отчетную дату, умножается на средний дневной заработок по каждой группе работников за отчетный период (месяц, квартал или год). Сложив по всем группам найденную вели-

чину резерва на оплату отпусков с учетом взносов на социальное страхование и обеспечение, получив общую сумму резерва.

Третий способ расчета величины резерва предполагает определение норматива отчислений в резерв, который рассчитывается по итогам прошлого года. Этот норматив будет определяться как доля расходов на отпускные каждой группы в общей величине расходов на оплату труда этой группы за год. Этот норматив будет неизменен в течение всего текущего года. Далее на каждую отчетную дату текущего года рассчитывается сумма отчислений в резерв по группе работников путем умножения суммы заработной платы группы работников в текущем периоде (включая отчисления на социальное страхование и обеспечение) на данный норматив отчислений в резерв. Сложив по всем группам найденную величину резерва на оплату отпусков, получим общую его сумму, на которую будет корректироваться остаток на конец отчетного периода [2].

Таким образом, резерв предстоящей оплаты отпусков (включая отчисления) может создаваться на основании профессионального суждения управленческого персонала с внесением соответствующей записи в учетную политику одним. Рассмотренные варианты создания резерва предстоящих отпусков позволят управленческому персоналу выбирать наиболее приемлемый и доступный способ формирования предстоящих расходов.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно заключить следующее, что требования к учету обязательств по оплате труда в отечественных бухгалтерских стандартах не являются достаточно разработанными и нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Законодательство Республики Беларусь раскрывает основные направления бухгалтерского учета обязательств в Национальных стандартах бухгалтерского учета и соответствующих инструкциях. Однако при сравнении их с международными стандартами финансовой отчетности возникают неурегулированные вопросы, связанные с классификацией обязательств как объектов бухгалтерского учета, порядком их оценки, формированием и использованием резервов предстоящих платежей. С целью дальнейшего совершенствования бухгалтерского учета обязательств на основании проведенного исследования определены варианты оценки обязательств по оплате труда и резервов предстоящих платежей в части предстоящих отпусков. Результаты исследования выявили необходимость использования трех способов оценки обязательств по оплате труда, которые позволят оптимально влиять на затраты на производство продукции, и трех способов расчета величины резервов предстоящих отпусков в зависимости от специфики деятельности субъектов хозяйствования.

Предложенные направления совершенствования бухгалтерского учета обязательств позволят управленческому персоналу субъектов хозяйствования наиболее оптимально и объективно определять, оценивать, формировать и использовать имеющиеся обязательства по оплате труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудкова, Е. А. Совершенствование экономической сущности и классификации обязательств / Е. А. Гудкова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 22–27.
2. Гудкова, Е. А. Учет оценочных обязательств по предстоящей оплате отпусков / Е. А. Гудкова, С. В. Гудков // Современное состояние, проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник докладов Международной научно-практической конференции посвященной году науки и технологий Российской Федерации, 100-летию Республики Коми, Дню работников сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, неделе агропромышленного комплекса, Сыктывкар, 29 октября 2021 года. – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2021. – С. 166–169.
3. Гудкова, Е. Проблемные аспекты бухгалтерского учета обязательств в Республике Беларусь / Е. Гудкова // Организационно-правовые аспекты инновационного развития агробизнеса: Международный сборник научных трудов / Научный редактор: Бартош Мицкевич. Главный редактор: Чечёткин А. С. Том Выпуск 18. – Щецин-Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 168–174.
4. Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь, 12 декабря 2016 г., № 104: в ред. постановления М-ва финансов Респ. Беларусь от 28.12.2022 г. № 64 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2025.
5. Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Финансовые инструменты» [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь, 22 декабря 2018 г., № 74 // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2025.
6. О бухгалтерском учете и отчетности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г., № 57-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2017 г. № 52-З // Бизнес-инфо: аналит. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2025.
7. О введении в действие на территории Республики Беларусь Международных стандартов финансовой отчетности и их Разъяснений, принимаемых Фондом Международных стандартов финансовой отчетности [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь и Национального банка Республики Беларусь, 19 августа 2016 г. № 657/20 – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21600657&p1=1> – Дата доступа: 20.02.2021.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 634.739.3:736(476)

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В ОБЫЧНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ ПРИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ж. А. РУПАСОВА, С. Н. АВРАМЕНКО, А. В. УШАКОВА, А. С. САЯН,
Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ, О. В. ДРОЗД, А. Г. ПАВЛОВСКАЯ,
Т. В. ШПИТАЛЬНАЯ, П. Н. БЕЛЫЙ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012

(Поступила в редакцию 27.02.2025)

Приведены результаты сравнительного исследования генотипических особенностей трансформации биохимического состава плодов 6 новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой – раннеспелых – Chanticleer, Hannah's Choice, среднеспелых – Bluegold, Harrison и позднеспелых – Aurora, Rubel, а также соответствующих данным сортовым группам районированных сортов Weymouth, Bluecrop и Elliott из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси на двух этапах хранения с 10-суточным интервалом в обычной газовой среде при низких положительных температурах ($+4\pm 1$ °C). У всех обозначенных таксонов установлены сходные закономерности, аналогичные выявленным в подобном эксперименте с плодами жимолости синей и состоявшие в обеднении ягодной продукции свободными органическими, аскорбиновой и гидроксикоричными кислотами, пектиновыми веществами, антоциановыми пигментами, в том числе собственно антоцианами и лейкоантоцианами, при уменьшении общего количества Р-витаминов на фоне ее обогащения дубильными веществами, катехинами, флавонолами и растворимыми сахарами при увеличении показателя сахарокислотного индекса и содержания сухих веществ, что свидетельствовало об их общебиологической природе. Показано, что направленность и степень выразительности выявленных тенденций в изменении содержания органических соединений в значительной мере определялись их химической природой, генотипом опытных растений, а также сроками созревания и продолжительностью хранения плодов. Во всех сортовых рядах наибольшая степень трансформации биохимического состава плодов по совокупности 14 показателей выявлена у районированных сортов Weymouth, Bluecrop и Elliott, а наименьшая – у раннеспелого Chanticleer, среднеспелого Bluegold и позднеспелого Rubel, тогда как в общем сортовом ряду наиболее значительной она была у сорта Bluecrop, а наименьшей – у сорта Rubel. Установлено, что в отличие от жимолости синей, на завершающем этапе 20-суточного хранения плодов голубики наблюдалось не снижение, а, напротив, увеличение их питательной и витаминной ценности по совокупности 14 биохимических характеристик относительно исходного уровня, наиболее значительное у раннеспелых сортов, тогда как наименьшее, а в ряде случаев даже уступающее последнему, у позднеспелых сортов.

Ключевые слова: голубика высокорослая, сорта, плоды, хранение, низкие положительные температуры, этапы хранения, биохимический состав, сухие вещества, органические кислоты, углеводы, фенольные соединения.

The article presents the results of a comparative study of the genotypic features of the transformation of the biochemical composition of fruits of 6 new introduced varieties of highbush blueberry: early-ripening – Chanticleer, Hannah's Choice; mid-ripening – Bluegold, Harrison; and late-ripening – Aurora, Rubel, as well as the corresponding to these varietal groups zoned varieties Weymouth, Bluecrop and Elliott from the collection of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus at two stages of storage with a 10-day interval in a normal gas environment at low positive temperatures ($+4\pm 1$ °C). All the designated taxa showed similar patterns, similar to those revealed in a similar experiment with blue honeysuckle fruits, consisting in the depletion of berry products in free organic, ascorbic and hydroxycinnamic acids, pectin substances, anthocyanin pigments, including anthocyanins and leucoanthocyanins, with a decrease in the total amount of P-vitamins against the background of its enrichment with tannins, catechins, flavonols and soluble sugars with an increase in the sugar-acid index and dry matter content, which indicated their general biological nature. It was shown that the direction and degree of expressiveness of the identified trends in changing the content of organic compounds were largely determined by their chemical nature, the genotype of the experimental plants, as well as the ripening time and shelf life of the fruits. In all varietal series, the highest degree of transformation of the biochemical composition of fruits by a set of 14 indicators was found in the zoned varieties Weymouth, Bluecrop and Elliott, and the lowest – in the early-ripening Chanticleer, mid-season Bluegold and late-ripening Rubel, while in the general varietal series it was most significant in the Bluecrop variety, and the least – in the Rubel variety. It was found that, unlike blue honeysuckle, at the final stage of 20-day storage of blueberry fruits, there was no decrease, but, on the contrary, an increase in their nutritional and vitamin value by a set of 14 biochemical characteristics relative to the initial level, the most significant in early-ripening varieties, while the least, and in some cases even inferior to the latter, in late-ripening varieties.

Key words: *highbush blueberry, varieties, fruits, storage, low positive temperatures, storage stages, biochemical composition, dry matter, organic acids, carbohydrates, phenolic compounds.*

Введение

В связи с особой популярностью у населения республики плодов голубики высокорослой, являющихся ценным пищевым и лечебно-профилактическим продуктом, несомненный научный и практический интерес обретают вопросы их хранения, кратковременность периода которого ограничивает возможности реализации и поставок ягодной продукции на внутренний и внешний рынки. Широко распространенный за рубежом способ продления потребительских качеств плодов голубики путем замораживания с последующим хранением при низких отрицательных температурах обуславливает относительную стабильность их основных физико-химических характеристик [1, 2]. Однако при последующем размораживании он не обеспечивает сохранения ими товарного вида и эстетических качеств, что не позволяет использовать их в качестве столового продукта для розничной продажи и существенно актуализирует хранение голубики в холодильных установках при низких положительных температурах.

Вместе с тем в научной литературе практически отсутствует имеющая важное теоретическое и практическое значение информация о происходящей при этом трансформации биохимического состава плодов. Поскольку в настоящее время в рамках Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» осуществляется комплексная оценка адаптивного потенциала новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой, пополнявших коллекционный фонд Центрального ботанического сада НАН Беларуси, то представлялось целесообразным в период хранения их плодов провести исследование изменения содержания в них ряда биологически активных соединений, определяющих основную потребительскую ценность данной продукции – ряда органических кислот, углеводов и фенольных соединений, в том числе танинов (дубильных веществ) и биофлавоноидов, обладающих высокой Р-витаминной и антиоксидантной активностью и представленных преимущественно антоциановыми пигментами, в том числе собственно антоцианами и лейкоантоцианами, а также катехинами и флавонолами, оказывающими разностороннее позитивное действие на организм человека [3, 4]. С этой целью в 2024 г. проведен соответствующий лабораторный эксперимент по выявлению генотипических особенностей трансформации комплекса действующих веществ в плодах голубики высокорослой при хранении в условиях обычной газовой среды при температуре $+4\pm 1$ °C.

Объектами исследований являлись плоды 6 новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой – раннеспелых – *Chanticleer*, *Hannah's Choice*, среднеспелых – *Bluegold*, *Harrison* и позднеспелых – *Aurora*, *Rubel*, а также соответствующих данным группам спелости районированных сортов *Weymouth*, *Bluecrop* и *Elliott*. Опытные растения выращены на экспериментальном участке отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений ЦБС НАН Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.) на осушенной торфяно-болотной почве. Закладку плодов на хранение осуществляли по достижении ими состояния съемной зрелости. В качестве тары использовали одноразовые пищевые пластиковые контейнеры с отверстиями объемом 400 мл (Т 602 для ягод и фруктов с крышками Т 601). Образцы формировали только из внешне здоровых плодов и хранили их в лабораторном холодильнике при низких положительных температурах $+4\pm 1$ °C и относительной влажности воздуха 40–70 %. Закладка на хранение опытных образцов раннеспелых сортов осуществлена 17 июля с последующим отбором средних проб для проведения аналитических работ дважды за период хранения – 26 июля и 2 августа. У среднеспелых сортов аналогичные сроки отбора проб соответствовали датам 24 июля, 2 и 12 августа, а у позднеспелых – 20 августа, 2 и 12 сентября. При этом для всех сортовых групп интервал отбора проб составлял 10 дней. В дальнейшем, из-за утраты плодами эстетических качеств, эксперимент был завершен.

На обозначенных этапах хранения плодов определяли содержание в них органических соединений, относящихся к разным классам действующих веществ. При этом учитывали содержание сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [5]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [6]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [6], гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [7]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [8]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [6]; суммарное количество антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [9], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [10]; содержание собственно антоцианов и катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметриче-

ским методом [11, 6]; а также флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [6] и дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталя [12]. Показатель сахарокислотного индекса плодов оценивался по соотношению количеств растворимых сахаров и свободных органических кислот. Сравнение опытных таксонов голубики по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов на отдельных этапах хранения осуществляли на основе авторского способа ранжирования объектов по совокупности анализируемых признаков, защищенного патентом [13]. Все аналитические определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Основная часть

В результате исследования генотипических особенностей биохимического состава плодов опытных сортов голубики высокорослой перед закладкой на хранение установлены следующие параметры накопления в них сухих веществ, варьировавшиеся в ряду раннеспелых сортов в диапазоне 11,5–16,6 %, среднеспелых – 11,2–13,0 % и позднеспелых – 14,5–18,0 %. При этом содержание органических кислот, в значительной мере определявшее вкусовые и полезные свойства плодов голубики, варьировалось в обозначенных сортовых рядах в довольно широких диапазонах значений, составлявших в сухой массе для титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту, в %) – соответственно 5,4–11,9; 11,3–12,8 и 4,1–11,4; для аскорбиновой кислоты (в мг/100 г) – 261,4–402,3; 383,0–459,8 и 643,9–846,3; для гидроксикоричных кислот (в мг/100 г) – 1380,5–1632,9; 358,9–575,9 и 678,4–844,1. Вместе с тем плоды голубики характеризовались весьма высоким содержанием углеводов, в первую очередь, растворимых сахаров, суммарное содержание которых (в % сухой массы) изменялось в таксономических рядах в довольно близких диапазонах: у раннеспелых сортов – 44,7–49,0, среднеспелых – 42,0–50,0 и позднеспелых – 40,3–47,0 при изменении показателя сахарокислотного индекса соответственно 3,8–8,4; 3,6–4,0 и 3,8–9,9. Содержание пектиновых веществ (в % сухой массы) в анализируемых сортовых рядах изменялось также в сопоставимых диапазонах значений – 6,15–8,28, 5,92–7,03 и 6,19–8,25 при содержании дубильных веществ (танинов) 1,65–2,01 %; 1,77–2,19 и 2,10–2,55 % соответственно. Общее количество биофлавоноидов в плодах голубики (в мг/100 г сухой массы) варьировалось в следующих интервалах значений – у раннеспелых сортов – от 11676 до 13725; у среднеспелых – от 9495 до 13706 и у позднеспелых сортов – от 12730 до 18367. Доминирующее положение в составе Р-витаминного комплекса принадлежало антоциановым пигментам, при суммарном содержании которых в анализируемых таксономических рядах, соответствовавшем 8112–10088; 6786–10530 и 9464–14820 в мг/100 г сухой массы, их общая доля в нем составляла 69–73 % у раннеспелых сортов, 71–77 % у среднеспелых и 74–81 % у позднеспелых сортов. Превалирующей фракцией антоциановых пигментов являлись собственно антоцианы, содержание которых, составлявшее в данных рядах 3200–6020; 4500–6200 и 7760–9020 мг/100 г, в большинстве случаев превосходило таковое лейкоантоцианов в 1,4–2,0 раза при содержании последних соответственно 3080–6888; 2286–4330 и 1704–6120 мг/100 г. Долевое участие флавонолов в Р-витаминном комплексе плодов в анализируемых сортовых рядах голубики при содержании 2912–3287; 2010–2401 и 2316–2572 мг/100 г сухой массы составляло соответственно 23–25, 17–22 и 13–20 %, тогда как относительная доля катехинов при содержании 538–776; 686–775 и 694–1027 мг/100 г изменялась от 4 до 7 %.

В результате сравнительного исследования генотипических особенностей трансформации биохимического состава плодов исследуемых таксонов голубики на двух этапах хранения с 10-суточным интервалом в обычной газовой среде при низких положительных температурах ($+4 \pm 1$ °C), у всех опытных объектов установлены сходные закономерности, аналогичные выявленным в подобном эксперименте с плодами жимолости синей и свидетельствовавшие об их общебиологической природе [14]. Вместе с тем, как следует из табл. 1, направленность и степень выразительности выявленных тенденций в изменении содержания действующих веществ относительно исходного уровня в значительной мере были обусловлены их химической структурой, генотипом растений, а также сроками созревания и продолжительностью хранения плодов. При этом на завершающем этапе 20-суточного хранения показано их обеднение всеми определявшимися видами органических кислот, в том числе на 20–44 % титруемыми, на 8–48 % аскорбиновой и на 7–21 % гидроксикоричными, с наиболее существенным его проявлением у среднеспелых сортов, особенно у обоих новых интродуцентов *Bluegold* и *Harrison* и наименее значительным у районированного сорта *Bluecrop*. В таксономическом ряду позднеспелых сортов, уступавших по данному признаку среднеспелым в 1,2–2,0 раза, заметным сходством при наименьшей степени деградации органических кислот отличались оба тестируемых сорта *Aurora* и *Rubel* на фоне наиболее существенных изменений в их содержании у районированного сорта *Elliott*. Наименьшей же степенью деградации данных соединений, уступавшей в 1,5–2,3 раза

таковой у лидирующих по данному показателю среднеспелых сортов, характеризовались раннеспелые сорта голубики при наиболее высоких и практически одинаковых ее значениях у районированного сорта *Weymouth* и тестируемого таксона *Chanticleer* и наименьших у сорта *Hannah's Choice*.

У всех раннеспелых сортов и среднеспелого *Bluecrop* на обоих 10-дневных этапах хранения выявлены сходные темпы обеднения плодов органическими кислотами, свидетельствовавшие об относительно равномерной их деградации на всем протяжении эксперимента, тогда как у сортов *Harrison*, *Elliott* и *Aurora* она протекала более интенсивно на первом этапе хранения, а у сортов *Bluegold* и *Rubel* – на втором. Наряду с этим установлено обеднение ягодной продукции на 2–17 % пектиновыми веществами, а также на 8–14 % антоциановыми пигментами, в том числе на 5–19 % собственно антоцианами и на 7–29 % лейкоантоцианами, обусловившее, хотя и незначительное, не превышавшее 5 %, но все же снижение общего количества Р-витаминов (табл. 1).

Таблица 1. Относительные различия с исходным уровнем содержания действующих веществ в плодах интродуцируемых сортов *Vaccinium corymbosum* на отдельных этапах хранения в условиях обычной газовой среды при температуре $+4\pm 1$ °C, %

Показатель	1 / исх.	2 / исх.	1 / исх.	2 / исх.	1 / исх.	2 / исх.
	Раннеспелые сорта					
	<i>Weymouth (st)</i>		<i>Chanticleer</i>		<i>Hannah's Choice</i>	
Сухие вещества	+9,6	+11,3	+4,2	+9,0	+4,8	+12,1
Своб. органич. кисл.	-17,6	-35,3	-7,4	-20,4	-17,6	-23,1
Аскорбиновая кислота	-8,8	-17,1	-24,7	-32,2	-	-17,4
Гидроксикор. кислоты	-4,3	-7,5	-	-8,3	-3,7	-7,1
Растворимые сахара	-	+16,3	-	+6,6	-	+9,6
Сахарокисл. индекс	+23,7	+78,9	+14,3	+34,5	+26,7	+44,4
Пектиновые вещества	-10,4	-16,6	-6,8	-9,1	-9,5	-11,4
Собств.антоцианы	-4,4	-18,8	-4,0	-12,6	-8,8	-15,8
Лейкоантоцианы	-	-7,9	-	-	-	-
Сумма антоц. пигм.	-	-11,3	-	-8,0	-3,2	-9,9
Катехины	+33,9	+40,1	+38,0	+41,4	+33,2	+39,6
Флавонолы	+11,5	+16,5	+4,7	+17,6	+5,3	+19,3
Сумма биофлавонол.	+3,0	-3,0	-	-	-	-
Дубильные вещества	+4,0	+46,9	+32,1	+32,1	+26,4	+33,3
	Среднеспелые сорта					
	<i>Bluecrop (st)</i>		<i>Bluegold</i>		<i>Harrison</i>	
Сухие вещества	+10,7	+11,6	+9,4	+26,5	+20,0	+31,5
Своб. органич. кисл.	-15,5	-39,7	-15,9	-41,6	-32,8	-43,8
Аскорбиновая кислота	-17,9	-30,7	-15,6	-47,1	-18,8	-48,1
Гидроксикор. кислоты	-12,5	-16,7	-11,7	-15,8	-8,8	-15,4
Растворимые сахара	+5,5	+31,7	+9,6	+10,3	+17,4	+17,4
Сахарокисл. индекс	+25,0	+119,4	+30,0	+87,5	+74,4	+107,7
Пектиновые вещества	-4,4	-22,5	-5,4	-6,8	-	-3,7
Собств.антоцианы	-8,4	-15,1	-7,1	-11,9	-7,2	-13,9
Лейкоантоцианы	-	-11,2	-4,3	-8,7	-	-6,9
Сумма антоц. пигм.	-6,1	-13,8	-5,9	-10,6	-4,9	-11,1
Катехины	+5,6	+10,8	+3,0	+9,4	+5,7	+12,5
Флавонолы	+13,6	+26,3	+7,8	+17,7	+7,3	+16,9
Сумма биофлавонол.	-	-3,5	-3,0	-4,5	-	-4,1
Дубильные вещества	+10,0	+13,7	+5,3	+15,0	+4,5	+9,0
	Позднеспелые сорта					
	<i>Elliott (st)</i>		<i>Aurora</i>		<i>Rubel</i>	
Сухие вещества	+16,7	+18,0	-	+16,6	-	+6,1
Своб. органич. кисл.	-25,5	-39,4	-20,2	-28,1	-7,3	-22,0
Аскорбиновая кислота	-19,5	-22,6	-6,7	-20,3	-	-8,0
Гидроксикор. кислоты	-3,5	-9,3	-4,2	-8,9	-4,2	-21,2
Растворимые сахара	-	+9,1	+5,3	+8,6	+6,0	+11,7
Сахарокисл. индекс	+36,0	+80,0	+31,6	+50,0	+14,1	+40,4
Пектиновые вещества	-	-2,1	-	-4,2	-	-5,5
Собств.антоцианы	-2,2	-4,9	-	-5,7	-5,1	-7,1
Лейкоантоцианы	-15,5	-25,6	-20,4	-29,1	-5,8	-8,0
Сумма антоц. пигм.	-4,9	-9,0	-4,9	-9,9	-5,4	-7,5
Катехины	-	+5,7	+5,7	+9,4	-	+4,1
Флавонолы	+4,4	+8,8	+4,0	+8,6	-	+4,7
Сумма биофлавонол.	-3,0	-5,3	-2,6	-5,1	-4,0	-5,2
Дубильные вещества	+12,6	+24,8	+7,6	+19,9	+5,7	+13,8

Примечание: 1 / исх. и 2 / исх. – величина изменения показателя от начала хранения. Прочерк означает отсутствие статистически значимых различий по t-критерию Стьюдента с исходным уровнем при $p < 0,05$.

Вместе с тем обозначенные выше негативные изменения в биохимическом составе плодов опытных таксонов голубики в процессе хранения сопровождались рядом позитивных, связанных, в том числе, с увеличением содержания в них сухих веществ, обусловленным потерями влаги, наиболее значительным – на 12–32 % у среднеспелых сортов против 9–12 % у раннеспелых и 6–18 % у позднеспелых, а также с их обогащением на 7–32 % растворимыми сахарами и увеличением показателя сахарокислотного индекса на 35–119 %, свидетельствующем об улучшении вкусовых свойств. Заметим, что наиболее высокой степенью трансформации углеводного комплекса плодов по совокупности обозначенных признаков характеризовались среднеспелые сорта, особенно *Bluecrop* и *Harrison*, а наименьшей – раннеспелые, особенно, сорт *Chanticleer*. При этом у большинства таксонов голубики наиболее высокие темпы изменения углеводного состава плодов выявлены на втором этапе хранения и лишь у сортов *Harrison* и *Aurora* – на первом при относительной их сопоставимости на обоих этапах у сорта *Rubel*.

Позитивные же изменения в биохимическом составе плодов голубики при заданных условиях хранения обеспечивались также активизацией биосинтеза в них на 9–47 % дубильных веществ, на 4–41 % катехинов и на 5–26 % флавонолов.

Показано, что самым заметным обогащением фенольного комплекса плодов характеризовались раннеспелые сорта, особенно *Chanticleer*, и на порядок меньшим среднеспелые, особенно сорт *Harrison*, что свидетельствовало о существенном замедлении у данных таксонов темпов взаимопревращений основных компонентов данного комплекса, способствовавшем определенной стабилизации его состава, тогда как у позднеспелых сортов, напротив, наблюдалось усиление деградации фенольных соединений, особенно у сорта *Aurora*, обусловленное наиболее значительной в сортовом ряду деструкцией лейкоформ антоциановых пигментов. При этом основная трансформация фенольного комплекса плодов голубики наблюдалась преимущественно на первом этапе их хранения (табл. 1).

На наш взгляд, выявленные тенденции в изменении содержания органических соединений, имевшие общий характер для представителей всех сортовых групп голубики и в большинстве случаев совпадавшие с таковыми в аналогичных исследованиях с плодами жимолости синей [14], указывали на их общебиологическую природу и скорее всего, могли оказать выраженное влияние не только на качественный состав ягодной продукции, но и на интегральный уровень ее питательной и витаминной ценности по совокупности исследуемых показателей. Более того, на фоне значительной активизации биосинтеза в ней ряда физиологически активных соединений, в том числе танинов, катехинов, флавонолов, растворимых сахаров и увеличения сахарокислотного индекса, перекрывавших отрицательные эффекты от деградации органических кислот, пектинов и антоциановых пигментов, следовало ожидать не только поддержания, но даже определенного положительного влияния на данный показатель.

При этом с целью определения степени трансформации биохимического состава плодов голубики в процессе хранения, в зависимости от генотипа растений и сроков их созревания, а также от продолжительности хранения, был использован тот же, что и в исследованиях с плодами жимолости синей, методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов на отдельных этапах хранения относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от исходного уровня исследуемых 14 биохимических характеристик [13]. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно судить о выразительности различий тестируемых объектов с исходным уровнем по совокупности всех исследуемых признаков на каждом этапе хранения, что позволяло осуществить их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий биохимических характеристик плодов с исходными показателями являлось критерием изменения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности у тестируемых сортов на отдельных этапах хранения.

Представленные в табл. 2 данные, характеризовавшие направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов испытываемых сортов голубики по совокупности 14 показателей на каждом этапе хранения выявили заметные генотипические и временные различия в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствовавшие о специфических особенностях ответной реакции опытных объектов на разное по продолжительности воздействие низких положительных температур. При этом, судя по величине амплитуды разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов всех сортов голубики, следовало заключить, что наименьшие расхождения с исходным уровнем содержания в них полезных веществ, как и у жимолости синей [14], установлены на первом этапе их хранения.

Таблица 2. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с исходными показателями совокупности биохимических характеристик плодов интродуцируемых сортов *Vaccinium corymbosum* на отдельных этапах хранения при температуре +4±1 °С, %

Этап хранения	Относительные размеры сдвигов, %			
	положит.	отрицат.	амплитуда	положит. / отрицат.
Раннеспелые сорта				
<i>Weymouth</i>				
1	85,7	45,5	131,2	1,9
2	210,0	117,5	327,5	1,8
<i>Chanticleer</i>				
1	93,3	42,9	136,2	2,2
2	141,2	90,6	231,8	1,6
<i>Hannah,s Choice</i>				
1	96,4	42,8	139,2	2,3
2	158,3	84,7	243,0	1,9
Среднеспелые сорта				
<i>Bluecrop</i>				
1	70,4	64,8	135,2	1,1
2	213,5	153,2	366,7	1,4
<i>Bluegold</i>				
1	65,1	68,9	134,0	1,0
2	166,4	147,0	313,4	1,1
<i>Harrison</i>				
1	129,3	72,5	201,8	1,8
2	195,0	147,0	342,0	1,3
Позднеспелые сорта				
<i>Elliott</i>				
1	69,7	74,1	143,8	0,9
2	146,4	118,2	264,6	1,2
<i>Aurora</i>				
1	48,5	64,7	113,2	0,8
2	113,1	111,3	224,4	1,0
<i>Rubel</i>				
1	25,8	31,8	57,6	0,8
2	80,8	84,5	165,3	1,0

Суммарная величина данных расхождений у всех раннеспелых и двух среднеспелых (*Bluecrop* и *Bluegold*) сортов варьировалась в чрезвычайно узком диапазоне 131,2–139,2 %, что указывало на сходство степени трансформации биохимического состава их плодов, и лишь у сорта *Harrison* она возрастала до 201,8 %. Но наиболее выразительные таксономические различия по данному признаку выявлены у позднеспелых сортов, у которых при минимальной в общем сортовом ряду амплитуде его изменений, соответствовавшей области значений 57,6–143,8 %, наименьшей она была у сорта *Rubel*, а наибольшей – у районированного сорта *Elliott*. Вместе с тем в процессе хранения плодов у всех таксонов голубики, как и у жимолости синей, наблюдалось последовательное увеличение амплитуды расхождений с исходным содержанием исследуемых соединений в 1,7–2,9 раза, указывавшее на усиление трансформации их биохимического состава (табл. 2). В результате этого к завершению эксперимента наибольшими значениями данного показателя (в пределах 313,4–366,7 %) были отмечены среднеспелые сорта голубики, характеризовавшиеся показанными выше наиболее выразительными в общем таксономическом ряду изменениями в биохимическом составе плодов. Несколько уступали им в этом плане раннеспелые сорта с варьированием амплитуды анализируемых сдвигов от 231,8 % до 327,5 %, тогда как минимальными ее значениями – 165,3–264,6 % обладали позднеспелые сорта.

Вместе с тем весьма значительная ширина приведенных диапазонов варьирования в сортовых рядах голубики амплитуды разноориентированных сдвигов в биохимическом составе плодов свидетельствовала о весьма выразительных генотипических различиях в степени его трансформации в процессе их хранения, в порядке ослабления которой на его завершающем этапе были обозначены соответствующие последовательности таксонов, с расхождениями крайних позиций в 1,4; 1,2 и 1,6 раза:

- раннеспелые сорта: *Weymouth* > *Hannah,s Choice* > *Chanticleer*
- среднеспелые сорта: *Bluecrop* > *Harrison* > *Bluegold*
- позднеспелые сорта: *Elliott* > *Aurora* > *Rubel*

Как видим, во всех сортовых рядах наибольшая степень трансформации биохимического состава плодов выявлена у районированных сортов *Weymouth*, *Bluecrop* и *Elliott*, а наименьшая – у представителей этих сортовых групп – соответственно *Chanticleer*, *Bluegold* и *Rubel*. При этом в общем сорто-

вом ряду наиболее значительной она оказалась у среднеспелого районированного сорта *Bluecrop*, а наименьшая – у позднеспелого *Rubel*. Заметим также, что ряд таксонов голубики из исследуемых сортовых групп – *Hannah,s Choice*, *Chanticleer*, *Elliott* и *Aurora* характеризовались довольно близкой между собой степенью изменения качественного состава плодов в процессе хранения. Подобным сходством по этому признаку, но выраженном заметно сильнее, характеризовались также сорта *Weymouth*, *Bluecrop*, *Bluegold* и *Harrison*.

Тем не менее независимо от продолжительности хранения плодов голубики, и несмотря на показанные выше значительные изменения их биохимического состава, у большинства таксонов, в отличие от жимолости синей [14], наблюдалось не снижение, а напротив, повышение интегрального уровня их питательной и витаминной ценности по совокупности 14 биохимических характеристик, оцениваемого величиной кратного размера соотношения суммарных значений разноориентированных сдвигов данных характеристик по сравнению с исходным уровнем, условно принятым за 1. Мы это связываем с тем, что наряду с экспериментально обоснованным расхождением ряда действующих веществ в качестве дыхательных субстратов, обусловившим снижение их содержания, имело место и накопление некоторых соединений, что согласуется с данными табл. 1. Кроме того, активизации их биосинтеза также могли способствовать процессы деструкции органических соединений, не охваченных настоящими исследованиями, в частности, крахмала, целлюлозы, терпеноидов и др. Заметим, что с аналогичным явлением мы сталкивались ранее в подобных исследованиях с плодами ряда таксонов жимолости синей и других интродуцированных сортов голубики высокорослой [14, 15].

Как следует из табл. 2, наиболее контрастно это проявилось у раннеспелых сортов голубики, особенно на первом этапе хранения плодов, отмеченном превышением суммарной величины положительных сдвигов в их биохимическом составе относительно таковой отрицательных в 1,9–2,3 раза против 1,6–1,9 раза на втором этапе. Менее выразительно улучшение качества плодов проявилось у среднеспелых сортов, у которых размер данного соотношения только на втором этапе хранения превышал исходный уровень у всех таксонов, варьируясь в диапазоне 1,1–1,4 раза, тогда как на первом этапе у сорта *Bluecrop* он составил лишь 1,1, а у сорта *Bluegold* и вовсе незначительно уступал 1, что свидетельствовало об определенном снижении качества его плодов относительно исходного уровня. При этом для всех позднеспелых сортов голубики, характеризовавшихся наименее выраженной в общем сортовом ряду трансформацией биохимического состава плодов в процессе хранения, уже на первом его этапе показано доминирование отрицательных тенденций в изменении их качественных характеристик, что подтверждалось уступающей 1 величиной соотношения совокупностей позитивных и негативных сдвигов в содержании действующих веществ относительно исходного уровня, составлявшей лишь 0,8–0,9 раза, а у сорта *Rubel* это прослеживалось и на втором этапе хранения плодов.

При этом на завершающей стадии эксперимента были обозначены следующие ряды исследуемых сортов голубики в порядке снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов относительно исходного уровня:

- раннеспелые сорта: *Hannah,s Choice* = *Weymouth* > *Chanticleer*;
- среднеспелые сорта: *Bluecrop* = *Harrison* > *Bluegold*;
- позднеспелые сорта: *Elliott* > *Aurora* > *Rubel*;

в которых расхождения между крайними позициями существенно уступали таковым в аналогичных исследованиях с плодами жимолости синей [14] и не превышали 1,2–1,3-кратной величины и которые, как и у жимолости, полностью дублировали приведенные выше аналогичные ряды для степени трансформации их биохимического состава.

Таким образом, в процессе хранения плодов голубики высокорослой на протяжении 20-суточного периода в обычной газовой среде при низких положительных температурах происходила существенная трансформация их биохимического состава, наибольшая у среднеспелых и наименьшая у позднеспелых сортов, сопровождавшаяся повышением в 1,2–1,3 раза питательной и витаминной ценности ягодной продукции относительно исходного уровня по совокупности 14 показателей, включавших ряд органических кислот, углеводов и фенольных соединений, наиболее значительным у раннеспелых и наименьшим у позднеспелых сортов. При этом наибольшей степенью трансформации биохимического состава и максимальным улучшением качества плодов в процессе хранения в обозначенных сортовых рядах характеризовались районированные сорта голубики.

Заключение

В результате сравнительного исследования генотипических особенностей трансформации биохимического состава плодов 6 новых интродуцируемых сортов голубики высокорослой – раннеспелых – *Chanticleer*, *Hannah's Choice*, среднеспелых – *Bluegold*, *Harrison* и позднеспелых – *Aurora*, *Rubel*, а

также соответствующих данным сортовым группам районированных сортов *Weymouth*, *Bluecrop* и *Elliott* из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси на двух этапах хранения с 10-суточным интервалом в обычной газовой среде при низких положительных температурах ($+4\pm 1$ °C), у всех обозначенных таксонов установлены сходные закономерности, аналогичные выявленным в подобном эксперименте с плодами жимолости синей и свидетельствовавшие об их общебиологической природе. Они состояли в обеднении ягодной продукции на 20–44 % свободными органическими, на 8–48 % аскорбиновой и на 7–21 % гидроксикоричными кислотами, на 4–17 % пектиновыми веществами, на 8–14 % антоциановыми пигментами, в том числе на 5–19 % собственно антоцианами и на 7–29 % лейкоантоцианами при уменьшении общего количества Р-витаминов на 5 %, на фоне ее обогащения на 9–47 % дубильными веществами, на 4–41 % катехинами, на 5–26 % флавонолами и на 7–32 % растворимыми сахарами при увеличении на 35–119 % показателя сахарокислотного индекса и на 6–32 % содержания сухих веществ, причем направленность и степень выразительности выявленных тенденций в изменении содержания органических соединений в значительной мере определялись их химической природой, генотипом опытных растений, а также сроками созревания и продолжительностью хранения плодов.

Во всех сортовых рядах наибольшая степень трансформации биохимического состава плодов по совокупности 14 показателей выявлена у районированных сортов *Weymouth*, *Bluecrop* и *Elliott*, а наименьшая – у раннеспелого *Chanticleer*, среднеспелого *Bluegold* и позднеспелого *Rubel*, тогда как в общем сортовом ряду наиболее значительной она была у среднеспелого районированного сорта *Bluecrop*, а наименьшей – у позднеспелого *Rubel*. Установлено, что в отличие от жимолости синей, на завершающем этапе хранения плодов голубики наблюдалось не снижение, а напротив, повышение интегрального уровня их питательной и витаминной ценности по совокупности 14 биохимических характеристик, наиболее значительное – в 1,6–1,9 раза у раннеспелых, менее существенное – в 1,1–1,4 раза у среднеспелых и наименьшее, не превышавшее 1,2 раза, – у позднеспелых сортов, причем максимальным улучшением качества плодов в процессе хранения характеризовались районированные сорта голубики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Modified atmosphere packaging in blueberries: effect of harvest time and moment of bag sealing / C. Moggia [et al.], 2014. // *Acta Hort.* – 2014. – Vol. 1, №1017. – P. 153–158.
2. Scibisz, I. The changes of antioxidant properties in highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during freezing and long-term frozen storage / I. Scibisz, M. Mitek // *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2007 – 6 (4). – P. 75–82.
3. Карабанов, И. А. Флавоноиды в мире растений. / И. А. Карабанов. – Минск: Ураджай, 1981. – 80 с.
4. Шмерко, Е. П. Лечение и профилактика растительными средствами / Е. П. Шмерко, И. Ф. Мазан. – Баку: Азербайджан, 1992. – 316 с.
5. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введен 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
6. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1987. – 430 с.
7. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники: дисс. канд. фармацевт. наук / Н. Г. Марсов. – Пермь, 2006. – С. 99–101.
8. Большой практикум «Биохимия» Лабораторные работы: учеб. пособие / сост. М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 148 с.
9. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // *J.Sci. Food Agric.* – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
10. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
11. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреев [и др.] // *Фармация.* – 2013. – № 3. – С. 19–21.
12. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье. Общие методы анализа // Государственная фармакопея СССР. – Медицина. – 1987. – С. 286–287.
13. Способ ранжирования таксонов растения / Ж. А. Рупасова [и др.] / Мн.: Патент на изобретение №17648 от 08.07.2013.
14. Трансформация биохимического состава плодов жимолости синей в процессе хранения в обычной газовой среде при низкой положительной температуре / Ж. А. Рупасова [и др.] // *Ботанический сад.* – 2024. – № 3. – С. 36–41.
15. Интродукция малораспространенных культур плодовоговодства в условиях Беларуси (клюква крупноплодная, голубика высокорослая, актинидия коломикта, актинидия полигамная) Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2019. – 295 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ОБЛИСТВЕННОСТЬ И ПЛОЩАДЬ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ

В. А. ВОЛЫНЦЕВА, В. И. БУШУЕВА, Д. А. ДРОЗД

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 03.03.2025)

Основной целью выполняемых исследований являлась оценка влияния орошения на облиственность и площадь листовой поверхности галеги восточной в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-восточной части Республики Беларусь. Объектом исследований служил сорт галеги восточной белорусской селекции Нестерка. Агротехника возделывания галеги восточной принята в соответствии с отраслевыми регламентами на возделывание сельскохозяйственных культур. Поддержание почвенных влагозапасов в установленных пределах осуществлялось на основании фактических замеров влажности почвы, а орошение выполнялось барабанно-шланговой дождевальнoй установкой Irriland Raptor. Поливные нормы, необходимые для поддержания влагозапасов почвы в оптимальных пределах, установлены на основании определенных в полевых условиях водно-физических показателей почвы. Для варианта 80 % НВ поливная норма составила 200 м³/га, а для варианта 70 % НВ – 300 м³/га.

В результате выполненных исследований было установлено существенное влияние орошения и возраста посевов на облиственность и площадь листовой поверхности галеги восточной. В первый год жизни посевы галеги восточной характеризовались низкой облиственностью (42,0 % в контрольном варианте опыта, 58,0 % в варианте 80 % НВ и 62,1 % в варианте 70 % НВ) и площадью листовой поверхности (23,7–68,5 тыс. м²/га в зависимости от варианта опыта). В годы хозяйственного использования посевов облиственность возросла до 45,0–57,7 % в контрольном варианте опыта и 49,1–65,5 % в орошаемых вариантах, а площадь листовой поверхности достигла 74,1–173,2 тыс. м²/га в зависимости от варианта опыта и возраста посевов.

Ключевые слова: галега восточная, орошение, облиственность, площадь листовой поверхности.

The main objective of the conducted research was to assess the effect of irrigation on the foliage and leaf surface area of *Galega orientalis* in the conditions of sod-podzolic light loamy soils of the north-eastern part of the Republic of Belarus. The object of the research was the eastern galega variety of Belarusian selection Nesterka. Agricultural technology for cultivating eastern galega was adopted in accordance with industry regulations for the cultivation of agricultural crops. Maintaining soil moisture reserves within the established limits was carried out on the basis of actual measurements of soil moisture, and irrigation was performed by an Irriland Raptor drum-hose sprinkler system. Irrigation rates required to maintain soil moisture reserves within optimal limits were established on the basis of water-physical soil parameters determined in the field. For the 80 % minimum water capacity option, the irrigation rate was 200 m³ / ha, and for the 70 % minimum water capacity option – 300 m³ / ha. The conducted studies revealed a significant effect of irrigation and crop age on the foliage and leaf surface area of *Galega orientalis*. In the first year of life, *Galega orientalis* crops were characterized by low foliage (42.0 % in the control variant of the experiment, 58.0 % in the 80 % minimum water capacity variant, and 62.1 % in the 70 % minimum water capacity variant) and leaf surface area (23.7–68.5 thousand m²/ha depending on the experimental variant). During the years of economic use of crops, the foliage increased to 45.0–57.7 % in the control variant of the experiment and 49.1–65.5 % in the irrigated variants, and the leaf surface area reached 74.1–173.2 thousand m²/ha depending on the experimental variant and crop age.

Key words: *Galega orientalis*, irrigation, foliage, leaf surface area.

Введение

Основой адаптивного кормопроизводства Республики Беларусь являются многолетние бобовые травы. Они источник дешевых кормов, хорошо сбалансированных как по питательным веществам, так и по содержанию в них обменной энергии. В настоящий период в Республике Беларусь возделывается более 9 видов многолетних бобовых трав, среди которых особое место занимает галега восточная [1, 2].

Эффективность внедрения галеги восточной в производство обусловлена низкой себестоимостью производимых из нее высокопитательных, сбалансированных по белку кормов. Это связано с тем, что посевы галеги восточной могут произрастать на одном месте 20 лет и более, ежегодно формируя свыше 55,0 т/га зеленой массы. По содержанию белка, углеводов, минеральных элементов, витаминов, каротина, а также аминокислот галега восточная опережает такие культуры, как клевер луговой и люцерна [3, 4].

В отличие от широко распространенного на территории Республики Беларусь клевера лугового, из зеленой массы галеги восточной можно заготовить любой вид высокоэнергетических и сбалансированных по питательным веществам кормов: сено, сенаж, силос, травяную муку и хорошо поедаемую животными зеленую подкормку [5, 6].

Известно, что для галеги восточной, как бобовой культуры свойственна высокая требовательность к влаге. Особенно требовательна к влаге она в первый год жизни в период прорастания семян и на

начальных этапах роста и развития растений, когда формируется корневая система и азотофиксирующие клубеньки на ней. На второй и в последующие годы жизни травостой галеги восточной более требователен к влагообеспеченности при формировании второго и третьего укоса на кормовые цели, а при возделывании на семена в фазе бутонизации – начала цветения для повышения плодообразующей способности [7].

Поэтому обеспечение потребности галеги восточной во влаге в условиях Беларуси является актуальной проблемой, решению которой посвящены данные исследования, направленные на совершенствование технологии возделывания культуры путем орошения посевов в критические периоды роста и развития растений и оценке его влияния на облиственность и площадь листовой поверхности.

Основная часть

Опыты по изучению влияния орошения на рост и развитие галеги восточной выполнялись в 2015–2019 гг. в УНЦ «Опытные поля БГСХА» «Тушково-1». Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком, характеризующаяся следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,54 %, P_2O_5 – 283,9 мг/кг, K_2O – 239,0 мг/кг, pH_{KCl} – 6,43, плотность сложения для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 22,67 % от массы сухой почвы [8].

Объектом исследований служил отечественный сорт галеги восточной Нестерка.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Без орошения (контроль);
2. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы в расчетном слое 0–40 см до уровня 80 % НВ (далее – 0,8НВ);
3. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы в расчетном слое 0–40 см до уровня 70 % НВ (далее – 0,7НВ).

Поддержание почвенной влажности на требуемом уровне для каждого из вариантов увлажнения выполнялось барабанно-шланговой дождевальной установкой Irriland Raptor. Поливная норма определялась, исходя из условий водоудерживающей способности почвы, мощности расчетного слоя почвы и фактических влагозапасов и составляла 250 м³/га варианта 0,8НВ, 300 м³/га для варианта 0,7НВ [9].

Технология возделывания галеги восточной общепринятая для данной культуры. Посев проводился беспокровно с нормой высева семян 12 кг/га при 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 30,0 см. Семена перед посевом инокулировали микробным препаратом Ризофос марки «Галега» из расчета 200 мл на гектарную норму семян. Подкормка посевов минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{90}$ с последующим боронованием травостоя проводилась в ранневесенний период [10].

Метеорологические условия в период вегетации галеги восточной в годы проведения исследований имели существенные различия. Для более полной характеристики метеорологических условий был использован гидрометрический коэффициент (ГТК). Этот коэффициент отражает условный баланс влаги и показывает отношение прихода влаги, поступающей в почву в виде осадков, к ее расходу за счет испарения. При ГТК более 1,6 – отмечают избыточно влажный период; если ГТК изменится в пределах 1,3–1,6 – влажный; 1,0–1,3 – слабо засушливый; 0,7–1,0 – засушливый; 0,4–0,7 – очень засушливый; менее 0,4 – сухой (табл. 1).

Таблица 1. Отклонение основных метеорологических показателей вегетационных периодов от нормы (2015–2019 гг.)

Годы исследований	Осадки		Средняя за сезон температура воздуха		ГТК (за вегетационный период)
	мм	% от нормы	°С	% от нормы	
2015	277,6	78	15,7	108	1,0
2016	451,2	120	15,2	108	1,53
2017	508,3	131	13,2	97	1,78
2018	402,1	107	15,8	112	1,34
2019	372,1	105	15,3	106	1,49

Анализ полученных результатов показал, что тепло-влагообеспеченность значительно различалась по годам. Так, 2015 г. характеризовался как засушливый, 2016, 2018 и 2019 годы были оптимальными по увлажнению, а 2017 г. был избыточно влажным. Но несмотря на это, отдельные декады вегетационных периодов характеризовались дефицитом атмосферных осадков и для поддержания почвенных влагозапасов в установленных границах применялось орошение.

Оросительная норма и минимальный межполивной интервал в большей степени находились в зависимости не от возраста посевов, а от обеспеченности вегетационного периода влагой (рис. 1).

Наибольшей потребностью в орошении характеризовались посевы в засушливом 2015 году, когда оросительная норма достигала 240 мм в варианте 0,7НВ и 180 мм в варианте 0,8НВ. При этом минимальный межполивной интервал в этом году достигал наименьших значений и составил 5 суток в обоих вариантах с орошением. В годы с нормальной и избыточной влагообеспеченностью оросительная норма и минимальный межполивной интервал составляли 25–60 мм и 6–70 суток.

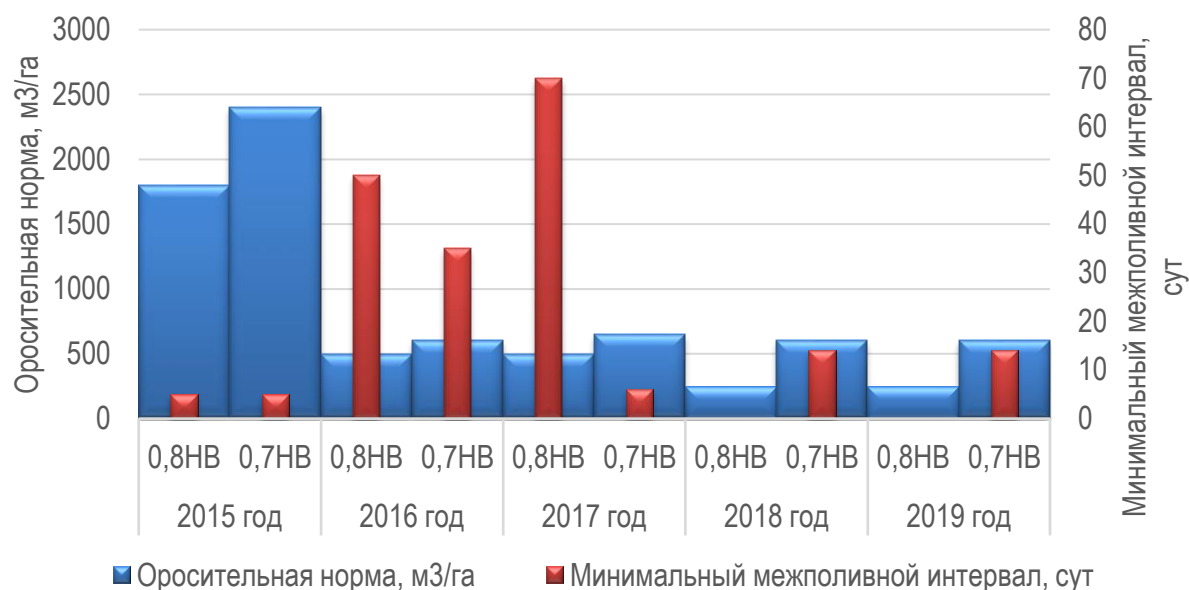


Рис. 1. Оросительная норма и минимальный межполивной интервал за 2015–2019 гг.

Достаточная обеспеченность солнечным светом, теплом и влагой активизировали фотосинтез и процессы образования сухого вещества у растений галеги восточной [11, 12]. Непосредственное влияние при этом оказывала облиственность травостоя и площадь листовой поверхности.

Проведенные нами исследования показали, что облиственность растений галеги восточной зависит от возраста травостоя и условий почвенной влагообеспеченности. Так, в первый год жизни травостоя фактор влагообеспеченности оказал значительное влияние на формирование листьев на растениях, облиственность которых в вариантах с орошением была выше, чем в варианте без орошения, на 16,0 % – 0,8НВ и 20,1 % – 0,7НВ и составила 58,0 и 62,1 %, соответственно, против 42,0 % в контроле (табл. 2).

Таблица 2. Облиственность галеги восточной в 2015–2019 гг., %

Год	Вариант увлажнения и номера укосов								
	Контроль			0,7НВ			0,8НВ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2015	42,0	–	–	62,1	–	–	58,0	–	–
2016	55,0	55,4	57,7	58,4	60,3	62,9	56,8	58,3	65,5
2017	45,0	49,3	50,3	54,5	53,5	55,3	49,1	52,2	53,9
2018	52,2	53,6	55,0	56,7	58,0	60,1	54,4	55,9	57,0
2019	54,3	54,3	55,8	58,6	60,0	62,0	56,7	58,2	59,1
Среднее за 2016–2019 гг.	51,6	53,2	54,7	57,1	58,0	60,1	54,3	56,1	58,9
Прибавка от орошения									
2015	–	–	–	20,1	–	–	16	–	–
2016	–	–	–	3,4	4,9	5,2	1,8	2,9	7,8
2017	–	–	–	9,5	4,2	5,0	4,1	2,9	3,6
2018	–	–	–	4,5	4,4	5,1	2,2	2,3	2,0
2019	–	–	–	4,3	5,7	6,2	2,4	3,9	3,3

Более того, облиственность в вариантах с орошением в первый год жизни травостоя оказалась самой высокой в опытах в пределах каждого варианта и в сравнении со всеми годами исследований, а в варианте без орошения этот показатель был самым низким. Этим можно объяснить и связанную с ним низкую ассимиляционную способность и очень низкую урожайность сухого вещества в контрольном варианте в первый год жизни травостоя. Все это служит убедительным подтверждением высокой эффективности орошения галеги восточной при закладке опытов в условиях критической засухи 2015 года.

Во все последующие годы пользования травостоями при проведении трех укосов зеленой массы облиственность растений в варианте без орошения была меньшей по сравнению с вариантами с орошением и варьировалась в первом укосе от 45,0 до 55,0 %, во втором – от 49,3 до 55,4 % и в третьем – от 53,0 до 57,7 %.

В варианте с орошением 0,8НВ этот показатель был выше контроля и варьировался в первом укосе от 49,1 до 58,0 %, во втором – от 52,2 до 58,3 % и в третьем – от 53,9 до 65,5 %, а в варианте 0,7НВ – в первом укосе от 54,5 до 58,6 %, во втором – от 53,5 до 60,3 % и в третьем – от 55,3 до 62,9 %.

За весь период исследований наиболее высокой облиственностью характеризовались все варианты третьего укоса в 2016 году.

В среднем за 2016–2019 гг. облиственность в первом, втором и третьем укосах составила по вариантам соответственно: без орошения – 51,6, 53,2 и 54,7 %, с орошением 0,8НВ – 54,3, 56,1 и 58,9 % и 0,7НВ – 57,1, 58,0 и 60,1 %. Лучшими показателями характеризовался вариант с орошением 0,7НВ.

Полученные результаты исследований на примере контрольного варианта показали, что независимо от условий почвенного увлажнения во втором и третьем укосах формировалась более высокая облиственность за счет омоложения травостоя при отрастании после скашивания. Рост облиственности обусловлен также и тем, что травостой галеги восточной в попытке минимизировать потери энергии, возникающие из-за постепенного сокращения продолжительности светового дня, формирует более мощный листовой аппарат из молодых листьев, масса которых преобладает в общем объеме растения.

Вместе с тем полученные данные в вариантах с орошением подтверждают тот факт, что в условиях орошения облиственность повышается, а это значит, что его эффективность экспериментально подтверждена.

Ассимиляционную способность галеги восточной мы попытались подтвердить путем измерения площади листовой поверхности, в результате чего была установлена суммарная площадь листьев во всех ярусах растения, приходящихся на 1 га травостоя, от которой зависит фотосинтез. В ходе эксперимента было установлено, что площадь листовой поверхности значительно различалась по вариантам. Так, в первый год жизни травостоя площадь листовой поверхности пластин в контрольном варианте без орошения была самой низкой и составила 23,7 тыс. м²/га против 61,8 и 68,5 тыс. м²/га в вариантах с орошением 0,8НВ и 0,7НВ соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Площадь листовой поверхности галеги восточной в 2015–2019 гг., тыс. м²/га

Год	Варианты увлажнения и номера укосов								
	Контроль			0,7НВ			0,8НВ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2015	23,7	–	–	68,5	–	–	61,8	–	–
2016	43,5	39,8	35,9	98,3	104,7	119,7	74,1	75,2	100,0
2017	60,5	58,7	36,0	114,8	146,5	65,7	89,5	89,3	46,4
2018	77,0	52,0	61,8	153,6	110,0	86,5	125,1	84,2	70,8
2019	114,8	116,1	90,1	156,8	173,2	143,4	132,3	155,7	116,8
Среднее за 2016–2019 гг.	74,0	66,6	55,9	130,9	133,6	103,8	105,2	101,1	83,5
Прибавка от орошения									
2015	–	–	–	44,8			38,1		
2016	–	–	–	54,8	64,9	83,8	30,6	35,4	64,1
2017	–	–	–	54,3	87,8	29,7	29,0	30,6	10,4
2018	–	–	–	76,6	58,0	24,7	48,1	32,2	9,0
2019	–	–	–	42,0	57,1	53,3	17,5	39,6	26,7

Одной из причин такого превосходства по площади листовой поверхности в вариантах с орошением является формирование благодаря достаточной влагообеспеченности густого и высокорослого для первого года жизни травостоя. Следует отметить, что густота и высота травостоя с каждым последующим годом жизни увеличивалась, что явилось важным фактором изменения площади листовых пластин в большую сторону. Так, анализ полученных результатов показал, что площадь листовой поверхности во всех вариантах опыта возрастала с каждым последующим годом жизни травостоя. Что касается различий между вариантами опыта, то, несомненно, более высокими показателями характеризовались травостой галеги восточной при орошении. Например, в период с 2016 по 2019 год в первом укосе площадь листовой поверхности увеличивалась по вариантам: без орошения – от 43,5 до 114,8 тыс. м²/га, с орошением 0,8НВ – от 74,1 до 132,3 тыс. м²/га и 0,7НВ – от 98,3 до 156,8 тыс. м²/га. Лучшим при этом был вариант 0,7НВ.

Было установлено, что площадь листовой поверхности в среднем за годы исследований во всех вариантах опыта в каждом последующем укосе галеги восточной уменьшалась, что связано с уменьшением густоты стеблестоя. Так, в варианте без орошения площадь листовой поверхности уменьшалась по укосам от 74,0 тыс. м²/га в первом укосе до 66,6 – во втором и 55,9 тыс. м²/га – в третьем, а в вариантах с орошением 0,8НВ от 105,2 тыс. м²/га в первом укосе до 101,1 – во втором и до 83,5 тыс. м²/га в третьем, и 0,7НВ – от 130,9 в первом, 133,6 во втором и 103,8 тыс. м²/га – в третьем. Вместе с тем более подробный анализ результатов исследований показал, что строгой закономерности изменения площади листовой поверхности в отдельные годы не наблюдалось. Например, в варианте с орошением 0,7НВ в 2017 году площадь листовой поверхности во втором укосе (146,5 тыс. м²/га) была выше, чем в первом (114,8 тыс. м²/га). А в 2019 году во втором укосе площадь листовой поверхности была больше, чем в первом, во всех вариантах опыта. Причиной тому послужили сложившиеся при формировании второго укоса исключительно благоприятные по обеспеченности влагой и теплом условия для роста и развития галеги восточной. Следует отметить, что во все годы исследований лучшие показатели по площади листовой поверхности, достоверно превышающие контроль, отмечены в варианте с орошением 0,7НВ.

Заключение

В результате выполненных исследований установлено, что поддержание почвенных влагозапасов на уровне не ниже 70 % от величины наименьшей влагоемкости оказывает положительное влияние на морфологию галеги восточной. За счет дополнительной влаги, поступающей в почву при поливах, формируется достаточно мощный травостой с облиственностью в пределах 53,5–62,9 % и суммарной площадью листовой поверхности от 65,7 до 173,2 тыс. м²/га в зависимости от возраста травостоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, Т. С. Кормопроизводство в Республике Беларусь: современное состояние, актуальные проблемы и пути их решения / Т. С. Иванова, М. Ф. Рудаков // Организационно-экономические условия инновационного развития аграрного производства: материалы V науч.-практ. конф., г. Горки, 1–2 июля 2020 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2020. – С. 73–77.
2. Мееровский, А. С. Перспективы лугового кормопроизводства в Республике Беларусь / А. С. Мееровский, А. Л. Бирюкович, Р. Т. Пастушок // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, 5–6 июля 2017 г. / РУП «Ин-т мелиорации». – Жодино, 2017. – С. 183–187.
3. Бушуева, В. И. Новый сорт галеги восточной БГСХА-2 / В. И. Бушуева, М. Н. Авраменко, В. П. Бардовская // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – №2. – С. 147–153.
4. Бушуева, В.И. Технология возделывания галеги восточной на корм и семена: рекомендации/ В. И. Бушуева. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 80 с.
5. Практикум по луговому и полевому кормопроизводству / А. С. Голуб [и др.]. – Ставрополь: СтГАУ «Аргус», 2014. – 157 с.
6. Дрозд, Д. А. Влияние орошения на урожайность и формирование листового аппарата клевера лугового в системе сырьевого конвейера / Д. А. Дрозд // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 2. – С. 102–105.
7. Волынцева, В. А. Организационно-технологические факторы возделывания галеги восточной в условиях орошения / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева, Т. Л. Хроменкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 3. – С. 122–131.
8. Анилова, Л. В. Практика по почвоведению: учебное пособие / Л. В. Анилова. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 120 с.
9. Желязко, В. И. Эффективность орошения и использования бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси / В. И. Желязко, А. С. Кукреш // Природообустройство. – 2008. – № 5. – С. 34–37.
10. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 390 с.
11. Шпургалова, В. А. Особенности формирования урожайности галеги восточной сорта Нестерка при различных режимах орошения / В. А. Шпургалова, В. И. Бушуева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 2. – С. 71–75.
12. Волынцева, В. А. Изменчивость биохимического состава галеги восточной в условиях орошения / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 2. – С. 117–123.

ХОЗЯЙСТВЕННАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ОЗИМОЙ ТЕТРАПЛОИДНОЙ РЖИ ЗАЛЕСНАЯ

В. В. ЧУГАЕВА, А. С. БУДЬКО, О. Н. КАРПОВИЧ

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: ip.chugueva@mail.ru*

(Поступила в редакцию 05.03.2025)

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» непрерывно ведется селекция новых сортов сельскохозяйственных растений, в том числе и озимой ржи. Увеличение урожайности в процессе интенсификации земледелия происходит как благодаря улучшению условий выращивания, так и за счет использования новых, более продуктивных и адаптивных сортов. Сорт является одним из наиболее дешевых и доступных способов увеличения производства продукции всех сельскохозяйственных растений. Несвоевременное проведение сортообновления и сортосмены приводит к потере более двух центнеров зерна с каждого гектара.

Прежде, чем передать перспективный сорт в Государственное сортоиспытание, он должен превзойти по хозяйственно ценным признакам сорт контроль и другие сортообразцы в конкурсном сортоиспытании, которое мы проводили в 2018–2020 гг. Кроме того, в 2020–2023 гг. провели экологическое испытание для изучения адаптивного потенциала сортообразцов озимой ржи. По результатам данных исследований выделился перспективный сорт и в конечном итоге с 2025 г в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь включен новый тетраплоидный сорт озимой ржи Залесная. Сорт универсального использования, за годы испытаний по урожайности превзошел контроль на 6,9 %. Высокую урожайность способен формировать за счет повышенного количества продуктивных стеблей и высокой массы тысячи зерен. Превышение к контролю по данным элементам структуры урожая составило 3,8 % и 2,8 % соответственно. В экологическом испытании сорт Залесная превзошел контроль по урожайности на 11,3 %. Он обладает генетической особенностью сводить к минимуму неблагоприятные воздействия условий произрастания. За годы испытаний проявил высокую стрессоустойчивость (–1,04) и генетическую гибкость (5,82).

Ключевые слова: сорт, рожь, адаптивность, сортоиспытание, стрессоустойчивость, пластичность, стабильность.

The Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture" continuously breeds new varieties of agricultural plants, including winter rye. The increase in yield in the process of intensification of agriculture occurs both due to improved growing conditions and through the use of new, more productive and adaptive varieties. The variety is one of the cheapest and most accessible ways to increase the production of all agricultural plants. Untimely variety renewal and variety change leads to the loss of more than 0.2 t of grain per hectare. Before submitting a promising variety to the State Variety Testing, it must surpass the control variety and other variety samples in economically valuable traits in the competitive variety testing, which we conducted in 2018–2020. In addition, in 2020–2023, an environmental test was conducted to study the adaptive potential of winter rye variety samples. Based on the results of these studies, a promising variety was identified and, ultimately, since 2025, a new tetraploid winter rye variety Zalesnaya has been included in the State Register of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus. The variety is of universal use; over the years of testing, it has exceeded the control in yield by 6.9 %. It is capable of forming a high yield due to the increased number of productive stems and high thousand-grain weight. The excess over the control for these elements of the crop structure was 3.8 % and 2.8 %, respectively. In the environmental test, the Zalesnaya variety exceeded the control in yield by 11.3 %. It has a genetic feature to minimize the adverse effects of growing conditions. Over the years of testing, it has shown high stress resistance (–1.04) and genetic flexibility (5.82).

Key words: variety, rye, adaptability, variety testing, stress resistance, plasticity, stability.

Введение

Озимая рожь является ценным в агротехническом плане злаковым растением, которое имеет массу достоинств по сравнению с другими культурами. Важнейшее из них – способность формировать рентабельные урожаи на любых почвах при аномальных природных явлениях и отклонениях от климатической нормы. Данная культура в весенний период активно использует запасы талых вод, а в период перезимовки стойко противостоит целому комплексу неблагоприятных факторов (вымерзание, выпревание, вымокание, ледяные корки, болезни и так далее). Таким образом, озимой ржи свойственна свержвыносливость.

В ржаном зерне содержится богатейший спектр питательных веществ: белки, углеводы, фосфор, калий, натрий, магний, железо, кальций, микроэлементы, витамины, ненасыщенные жирные кислоты, биологически активные вещества и пищевые волокна. Хлеб из ржаной муки грубого помола – незаменимый для человека источник клетчатки, является полноценным продуктом питания, что обусловлено биохимическими показателями зерна [1]. Медицинские исследования показывают, что потребление продуктов из цельного зерна ржи способствует предотвращению заболеваний сердечно-сосудистой системы, некоторыми видами рака, диабетом, ожирением и других. Эти продукты укрепляют иммунитет, противоинфекционную защиту и потенциально могут быть профилактическим средством от COVID-19. Более того, во всем мире люди осознают важность здорового питания, в котором продукты из цельного зерна ржи весьма востребованы [2]. Мировые исследовательские центры активно изучают природные антиоксиданты, способные защитить человека не только от онкологических заболеваний, но и от преждевременного старения. Зарубежными исследователями установлено, что зерно озимой

ржи выгодно отличается по данному показателю среди зерновых культур [3]. Таким образом, рожь играет важную роль в укреплении здоровья и увеличения продолжительности жизни населения.

В современном земледелии сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности любой сельскохозяйственной культуры и наряду с агротехникой имеет большое, а в ряде случаев решающее, значение для получения высоких и устойчивых урожаев. Так, за счет посева нового, лучшего, районированного сорта зерновых культур обычно получают без дополнительных затрат прибавки урожая не менее 0,2–0,3 т с 1 га. Часто они бывают значительно выше, иногда достигая 0,8–1 т и более с 1 га. Рост урожайности сельскохозяйственных растений в процессе интенсификации земледелия происходит как благодаря улучшению условий их возделывания, так и за счет использования новых, более продуктивных сортов. Сорт является одним из наиболее дешевых и доступных способов увеличения производства продукции всех сельскохозяйственных культур. Запоздание сортообновления и сортосмены приводит к потере более центнера зерна с каждого гектара посевов зерновых культур. Поэтому главное стратегическое направление, составляющее основу современного семеноводства, – быстрая и наиболее полная реализация селекционных достижений [4].

Тетраплоидная рожь, как сельскохозяйственное растение, имеет ряд преимуществ по сравнению с диплоидной: более высокий потенциал продуктивности за счет увеличения массы 1000 зерен на 25–30 %, большая устойчивость к полеганию за счет утолщения стебля и снижения его длины на 10–15 %, увеличенное на 0,6–2,2 % содержание белка в зерне [4]. Однако в производстве потенциал тетраплоидных сортов не реализуется в полной мере по ряду причин: нарушение требований технологии возделывания, посев семенами не установленных репродукций, использование устаревших сортов, размещение посевов диплоидной ржи рядом с тетраплоидной или посев семенами с примесью диплоидных сортов. Пыльца диплоидной ржи более летучая, попадая на пестик тетраплоидной ржи, препятствует оплодотворению и приводит к низкой озерненности колосьев.

Основная часть

В 2021 году в Государственное сортоиспытание Республики Беларусь был передан перспективный сорт тетраплоидной ржи РПТ 21. По результатам трехлетних испытаний сорт включен в Государственный реестр с 2025 г. под названием «Залесная». Данный сорт создан путем ступенчатой гибридизации с последующим индивидуально-семейным отбором по комплексу хозяйственно полезных признаков. Залесная – сорт озимой тетраплоидной ржи с доминантным типом короткостебельности. Высота растений 1,50–1,55 м тип куста прямостоячий. Стебель прочный, утолщенный, упругий, характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (8–9 баллов). Соломина полая, стебель под колосом имеет опушение от среднего до сильного. Флаговый лист средней длинны с восковым налетом. Колос слабоверетенovidный, полностью остистый, со средним восковым налетом, серо-зеленый, средней длинны, плотный, полупониклый. Зерно серо-зеленое, крупное, овальное, хорошо выполнено. Масса 1000 зерен – 42,7–44,3 г. Устойчив к основным болезням. Сорт может возделываться для хлебопекарных, кормовых и технических целей. Развернуто производство оригинальных и элитных семян. Технология возделывания и особенности семеноводства данного сорта не отличается от сортов предыдущей селекции. Потенциальная продуктивность составляет 6,8 т/га.

Конкурсное сортоиспытание проводили в 2018–2020 гг. на опытных участках РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва дерново-подзолистая связносупесчаная, по реакции почвенного раствора слабокислая (рН 5,6–6,2) с содержанием 214–247 мг подвижного фосфора (P_2O_5) и 300–346 мг обменного калия (K_2O) на 1 кг почвы, 1,86–2,1 % гумуса. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянки 10 м². Агротехника – общепринятая для РБ. В конкурсном сортоиспытании новый сорт превысил стандарт Пралеска по многим хозяйственно-биологическим характеристикам (табл. 1).

Таблица 1. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта озимой тетраплоидной ржи Залесная по результатам конкурсного сортоиспытания (2018–2020 гг.)

Показатели	Пралеска	Залесная	+/- к контр.	НСР ₀₅
Урожайность зерна, т/га за 2018–2020 гг.	6,36	6,80	+0,44	0,34
Продуктивные стеблей, шт/м ²	402,5	417,6	+15,1	13,08
Масса 1000 зерен, г	43,1	44,3	+1,2	1,01
Озерненность, %	70,5	71,1	+0,6	–
Масса зерна с колоса, г	1,8	2,0	+0,2	–
Содержание белка, %	11,3	11,4	+0,1	–
Общая оценка хлеба, балл.	3,5	3,5	0	–
Высота, см	155,0	155,0	0	–
Устойчивость к полеганию, балл.	6	6	0	–
Устойчивость к снежной плесени, балл.	8,0	8,0	0	–

В среднем за годы испытаний сорт озимой ржи Залесная превысил по урожайности контроль на 6,9 %, это значит, что при одних и тех же затратах можно дополнительно получить прибавку зерна 0,44 т с каждого гектара. Исходя из данных табл. 1, более высокую урожайность новый сорт способен формировать за счет повышенного количества продуктивных стеблей и высокой массы тысячи зерен. Превышение к контролю по данным элементам структуры урожая составило 3,8 % и 2,8 % соответственно. Озерненность и масса зерна с колоса также были выше, чем у контрольного сорта. Помимо урожайных свойств, зерно нового сорта обладает высоким качеством.

Оценка адаптивного потенциала сельскохозяйственных растений в умеренно-континентальном климате Республики Беларусь имеет огромное значение, так как данный климат характеризуется высоким уровнем нестабильности и большими колебаниями по годам. В условиях нынешнего изменения климата все чаще случаются годы с сильным отклонением показателей от нормы [5]. В этой связи в 2020–2023 гг. проводилось экологическое сортоиспытание, это позволило установить уровень адаптивного потенциала нового сорта Залесная. Опыт закладывали в четырехкратной повторности на двух вариантах технологии возделывания (В. I, В. II). Параметры адаптивности приведены в таблице 2, сюда относятся: коэффициент вариации (CV, %) и гомеостатичность (Hom), пластичность (b_i) и стабильность (S_i^2), стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетическая гибкость $(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$.

Таблица 2. Параметры адаптивности нового сорта озимой тетраплоидной ржи Залесная по результатам экологического сортоиспытания (2020–2023 гг.)

Показатели			Пралеска (К)	Залесная	+/- к контр.	НСР ₀₅
Урожайность зерна, т/га	2021 г.	В. I	5,74	5,83	0,09	0,09
		В. II	5,86	5,99	0,13	0,14
	2022 г.	В. I	4,97	5,94	0,97	0,27
		В. II	5,20	6,34	1,14	0,36
	2023 г.	В. I	4,98	5,30	0,32	0,24
		В. II	5,08	6,07	0,99	0,32
Урожайность зерна, т/га среднее			5,31	5,91	+0,6	–
Cv, %			7,43	5,84	–	–
Hom			96,17	194,61	–	–
B _i			0,81	0,76	–	–
S _i ²			0,09	0,06	–	–
Y _{min} – Y _{max}			-0,89	-1,04	–	–
(Y _{max} + Y _{min}) / 2			5,42	5,82	–	–

Как следует из данных табл. 2, в экологическом испытании сорт Залесная также превзошел контроль по урожайности на 11,3 %.

Степень устойчивости проявления признака в изменяющихся условиях среды показывают коэффициент вариации и гомеостатичность, чем выше показатель Hom и ниже CV, тем стабильнее высокую урожайность будет формировать сорт в различных агроклиматических условиях. По данным показателям сорт Пралеска значительно уступал новому сорту (Hom = 194,61; CV = 5,84 %).

Сорт озимой ржи Залесная обладает генетической особенностью сводить к минимуму неблагоприятные воздействия условий произрастания. Рассчитанные нами такие параметры адаптивности, как коэффициент регрессии (b_i) и среднее квадратическое отклонение (S_i^2) подтверждают, что новый сорт в меньшей степени реагирует на лимитирующие факторы. Для более полной оценки адаптивного потенциала изучаемых сортов были проведены расчеты таких показателей как, стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетическая гибкость $((Y_{\max} + Y_{\min}) / 2)$.

Расчеты показали, что новый сорт оказался более стрессоустойчивым, чем контроль (-1,04). Более высокая генетическая гибкость (5,82) сорта Залесная свидетельствует о том, что у него выше степень соответствия между генотипом и факторами среды.

Заключение

В среднем за годы испытаний сорт озимой ржи Залесная превысил по урожайности контроль на 6,9 %. Более высокую урожайность он способен формировать за счет повышенного количества продуктивных стеблей и высокой массы тысячи зерен.

Превышение к контролю по данным элементам структуры урожая составило 3,8 % и 2,8 % соответственно. Озерненность и масса зерна с колоса также были выше, чем у контрольного сорта.

В экологическом испытании новый сорт превзошел контроль по урожайности на 11,3 %, а анализ рассчитанных параметров адаптивности показал, что высокий результат стал возможен благодаря повышенному адаптивному потенциалу. По коэффициенту вариации и гомеостатичности, контрольный сорт Пралеска значительно уступал новому сорту ($H_{om} = 194,61$; $CV = 5,84 \%$).

Коэффициент регрессии ($b_i = 0,76$) и среднеквадратическое отклонение ($S_i^2 = 0,06$) подтверждают, что сорт Залесная в меньшей степени реагирует на лимитирующие факторы. Он обладает генетической особенностью сводить к минимуму неблагоприятные воздействия условий произрастания, так как за годы испытаний проявил высокую стрессоустойчивость ($-1,04$) и генетическую гибкость ($5,82$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Чугаева, В. В. Варьирование урожайности озимой ржи / В. В. Чугаева, А. С. Будько // Scientific problems in field crops – achievements and perspectives : materiale conferintei internationale dedicata a 80 ani de la fondarea ICCS «Selectia», Balti, 13–14 iunie, 2024.: colegiul de redactie: Boincean B. [si altele], Balti. – 2024. – P. 71–77.
2. Мелешкина, Е. П. Производство, переработка и потребление зерна ржи в России: направления развития / Е. П. Мелешкина, О. И. Бундина // Пищевая промышленность. – 2020. – № 12. – С. 55–59.
3. Zelinski, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions / H. Zelinski, H. Koslowska // J. Agric. Food Chem. – 2000. – 48(6). – P. 2008–2016.
4. Привалов, Ф. И. Современное состояние и перспективы возделывания озимой ржи в Беларуси / Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2009. – № 4. – С. 56–61.
5. Будько, А. С. Изменчивость продуктивности озимой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий / А. С. Будько // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Вып. 58. – С. 337–344.

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КАПУСТЫ ОГОРОДНОЙ

Е. В. САЧИВКО, Н. В. БАРБАСОВ, С. В. ЕГОРОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: elena_sachivko@mail.ru

(Поступила в редакцию 05.03.2025)

Капуста огородная относится к традиционным овощным культурам и занимает значимое место в рационе питания жителей Республики Беларусь. Среди различных видов капусты огородной в почвенно-климатических условиях нашей страны широко возделывают капусту белокочанную (*Brassica oleracea* L. var. *capita* L. f. *alba* DC.), капусту цветную (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.) и капусту брокколи (*Brassica oleracea* var. *cymosa* Duch.).

При оценке различных видов капусты, наряду с урожайностью, большое значение имеют качественные показатели, которые и определяют направления использования капусты огородной. В статье приведены результаты исследований по изучению основных биохимических показателей (сырой протеин, жир, зола, углеводы, каротин, нитраты, незаменимые аминокислоты, витамины) капусты белокочанной, капусты цветной и капусты брокколи. В результате полевых и лабораторных исследований в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» установлено, что средняя урожайность кочанов капусты белокочанной составила 429–681 ц/га, головок капусты цветной – 180–279 ц/га, головок капусты брокколи – 104–210 ц/га. Применение полного минерального удобрения способствовало формированию 27–38 %, органических удобрений – 12–16 % урожайности различных видов капусты огородной. Среднее содержание сырого протеина в удобренных вариантах в зависимости от вида капусты оказалось 10,7–26,3 %, жира – 1,1–2,6 %, золы – 7,1–8,6 %, углеводов – 9,9–12,7 %, каротина – 1,4–3,2 мг/кг, незаменимых аминокислот – 0,206–0,283 г/100 г при содержании нитратов в товарной продукции в пределах ПДК и наличии комплекса витаминов (С, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, Е, К). Полная органоминеральная система удобрения обеспечила более высокие основные биохимические показатели товарной продукции различных видов капусты огородной.

Ключевые слова: капуста белокочанная, капуста цветная, капуста брокколи, урожайность, качество, биохимические показатели.

Cabbage is a traditional vegetable crop and occupies a significant place in the diet of residents of the Republic of Belarus. Among the various types of cabbage in the soil and climatic conditions of our country, white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capita* L. f. *alba* DC.), cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa* Duch.) are widely cultivated. When assessing different types of cabbage, along with productivity, quality indicators are of great importance, which determine the areas of use of cabbage. The article presents the results of studies on the main biochemical indicators (crude protein, fat, ash, carbohydrates, carotene, nitrates, essential amino acids, vitamins) of white cabbage, cauliflower and broccoli. As a result of field and laboratory research at the Belarusian State Agricultural Academy, it was established that the average yield of white cabbage heads was 42.9–68.1 t/ha, cauliflower heads – 18.0–27.9 t/ha, broccoli heads – 10.4–21.0 t/ha. The use of complete mineral fertilizer contributed to the formation of 27–38 %, organic fertilizers – 12–16 % of the yield of various types of garden cabbage. The average content of crude protein in fertilized variants depending on the cabbage type was 10.7–26.3 %, fat – 1.1–2.6 %, ash – 7.1–8.6 %, carbohydrates – 9.9–12.7 %, carotene – 1.4–3.2 mg/kg, essential amino acids – 0.206–0.283 g/100 g with nitrate content in commercial products within the MAC and the presence of a complex of vitamins (C, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, Е, К). The complete organomineral fertilization system ensured higher basic biochemical indicators of commercial products of various types of garden cabbage.

Key words: white cabbage, cauliflower, broccoli, yield, quality, biochemical indicators.

Введение

Среди различных видов капусты огородной широкое распространение в Республике Беларусь получило возделывание капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L. var. *capita* L. f. *alba* DC.), капусты цветной (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.) и капусты брокколи (*Brassica oleracea* var. *cymosa* Duch.), обладающих высокими технологическими и пищевыми характеристиками [1–3].

Капуста огородная содержит витамины групп А, В, С, Р, U, макро- и микроэлементы, жиры, белки и углеводы, что делает капусту незаменимым продуктом питания, который употребляют как в сыром, так и переработанном виде. Капуста оказывает благотворное действие на процессы обмена веществ, имеет обезболивающее и противовоспалительное действие. Пищевые волокна, находящиеся в капусте, отлично выводят из организма человека холестерин. Употребление капусты помогает при болезнях сердца и почек, а также при гастритах с пониженной кислотностью. Она укрепляет иммунитет и оказывает очищающее действие на организм.

Наряду с показателями продуктивности, качественные показатели имеют важнейшее значение в оценке сельскохозяйственных культур, в т. ч. капусты огородной, так как именно они во многом определяют направления использования данных растений в различных отраслях экономики [4–10].

Применение минеральных и органических удобрений оказывает непосредственное влияние на основные качественные показатели растений, в т. ч. и капусты огородной [11–22].

Целью данной статьи является изучение биохимических особенностей различных видов капусты огородной при возделывании в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по изучению биохимических показателей различных видов капусты огородной (капуста белокочанной Белорусская 85, капуста цветная Спейс стар, капуста брокколи Фиеста) проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2022–2024 гг. Полевые исследования выполняли на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, пахотный горизонт которой характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 6,1–6,2, P_2O_5 (0,2 М HCl) – 173–182 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 205–212 мг/кг, гумус (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,5–2,7 % (индекс агрохимической окультуренности 0,85) [23].

Схема опыта предусматривала вариант без применения удобрений, варианты с внесением под предпосевную культивацию $N_{60}P_{50}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также применение подстилочного навоза КРС (40 т/га) на фоне $N_{60}P_{50}K_{90}$.

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [24–26].

В результате исследований установлено, что видовые особенности, а также применение минеральных и органических удобрений, оказало существенное влияние на основные биохимические показатели и урожайность товарной продукции (табл. 1–4).

Таблица 1. Урожайность и качество различных видов капусты огородной в зависимости от применения удобрений, среднее за 2022–2024 гг.

Вариант	Урожай- ность, ц/га	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола	Витамин С, мг/100 г	Каротин	Нитраты
		% в сухом веществе					мг/кг
		при натуральной влажности					
Капуста белокочанная (кочаны)							
Контроль	429	9,4	1,9	6,3	48,5	3,1	40,7
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	594	10,7	2,1	7,1	51,2	3,2	72,1
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	681	11,1	2,1	6,9	52,1	3,0	98,6
HCP ₀₅	29	0,6	0,1	0,3	2,5	0,2	4,3
Капуста цветная (головки)							
Контроль	180	17,9	1,1	8,3	63,7	1,2	313
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	246	19,2	1,1	8,6	64,4	1,5	410
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	279	19,8	1,2	8,2	66,8	1,4	370
HCP ₀₅	14	0,9	0,06	0,4	3,2	0,1	19,6
Капуста брокколи (головки)							
Контроль	104	22,4	2,4	7,7	63,2	1,4	305
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	169	24,5	2,5	7,6	66,9	1,8	409
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	210	26,3	2,6	7,8	68,2	1,9	401
HCP ₀₅	9	1,3	0,1	0,4	3,2	0,1	20,1

В среднем за годы исследований урожайность кочанов капусты белокочанной составила 429–681 ц/га, головок капусты цветной – 180–279 ц/га, головок капусты брокколи – 104–210 ц/га. Применение минеральных удобрений обеспечило получение от 27 % (капуста цветная) до 38 % (капуста брокколи), подстилочного навоза КРС – от 12 % (капуста цветная) до 16 % (капуста брокколи) урожайности товарной продукции различных видов капусты огородной.

В головках капусты брокколи отмечено наибольшее содержание сырого протеина (22,4–26,3 %), сырого жира (2,4–2,6 %) и витамина С (63,2–68,2 мг/100 г).

Головки капусты цветной характеризовались наибольшим содержанием сырой золы (8,2–8,6 %) и лишь немного уступали головкам капусты брокколи по содержанию витамина С (63,7–66,8 мг/100 г).

В кочанах капусты белокочанной среди других изучаемых видов капусты больше всего оказалось каротина (3,0–3,1 мг/кг) при минимальном содержании в них нитратов (40,7–98,6 мг/кг).

В головках капусты цветной и капусты брокколи содержание нитратов увеличивалось до 305–410 мг/кг, что связано, прежде всего, со сроками уборки (капусты цветная и капуста брокколи – июль, капуста белокочанная – октябрь). При этом содержание нитратов во всех опытных вариантах не превышало ПДК (500 мг/кг для капусты белокочанной, 900 мг/кг – для капусты цветной и брокколи).

Важной качественной характеристикой сельскохозяйственной продукции является содержание аминокислот, и прежде всего незаменимых, которые в организме человека не синтезируются и должны поступать с растительной пищей [4, 27–29].

В наших исследованиях наибольшее содержание незаменимых аминокислот (лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, изолейцин, триптофан, фенилаланин) отмечено в головках капусты брокколи (0,246–2,283 г/100 г). В кочанах капусты белокочанной содержание незаменимых аминокислот оказалось 0,238–0,262, в головках капусты цветной – 0,206–0,222 г/100 г с лучшими показателями в варианте с применением полного органоминерального удобрения для всех видов капусты.

Таблица 2. Среднее содержание незаменимых аминокислот в различных видах капусты огородной, г/100 г сухого вещества

Вариант	Лизин	Метионин	Треонин	Валин	Лейцин	Изолейцин	Триптофан	Фенилаланин	Сумма незаменимых аминокислот
Капуста белокочанная, кочаны									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,043	0,011	0,034	0,041	0,040	0,029	0,009	0,031	0,238
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,046	0,014	0,037	0,044	0,043	0,032	0,012	0,034	0,262
Капуста цветная, головки									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,039	0,007	0,030	0,037	0,036	0,025	0,005	0,027	0,206
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,041	0,009	0,032	0,039	0,038	0,027	0,007	0,029	0,222
Капуста брокколи, головки									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,044	0,012	0,035	0,042	0,041	0,030	0,010	0,032	0,246
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,044	0,018	0,045	0,051	0,042	0,035	0,010	0,038	0,283
HCP ₀₅	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	

Содержание витаминов также относится к важным биохимическим характеристикам товарной продукции различных сельскохозяйственных культур [30–32].

В наших исследованиях, наряду с содержанием витамина С, в товарной продукции различных видов капусты огородной обнаружены также витамины В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, Е, К. При этом наиболее высокое содержание большинства витаминов (кроме витамина В₇) обнаружено в головках капусты цветной. Полная органоминеральная система удобрения также способствовала лучшему накоплению витаминов в товарной продукции всех видов капусты огородной.

Таблица 3. Среднее содержание витаминов в различных видах капусты огородной

Вариант	В ₁	В ₂	В ₃	В ₅	В ₆	Е	К	В ₇	В ₉
	мг/100 г сухого сырья						мкг/100 г		
Капуста белокочанная, кочаны									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,038	0,035	0,210	0,220	0,111	0,030	76,01	0,820	42,01
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,054	0,051	0,226	0,236	0,127	0,046	76,03	0,836	42,03
Капуста цветная, головки									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,113	0,110	0,285	0,295	0,186	0,105	82,08	0,805	49,09
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,123	0,120	0,295	0,305	0,196	0,115	86,12	0,820	52,00
Капуста брокколи, головки									
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	0,028	0,025	0,200	0,210	0,101	0,020	76,00	0,810	42,00
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	0,036	0,038	0,260	0,260	0,142	0,026	85,00	0,950	45,00
НСП ₀₅	0,003	0,003	0,012	0,013	0,007	0,003	4,01	0,04	2,27

Анализ содержания углеводов в товарной продукции различных видов капусты огородной показал наличие в ней моно- и дисахаридов, глюкозы, фруктозы, сахарозы, крахмала, клетчатки и пектина.

Более высокое содержание практически всех видов углеводов отмечено в головках капусты цветной, в первую очередь в варианте с полной органоминеральной системой удобрения: содержание глюкозы составило 2,07, сахарозы – 0,47, крахмала – 0,40, клетчатки – 2,30, пектина – 0,49 г/100 г сухого вещества. Лишь по содержанию моно- и дисахаридов, а также фруктозы кочаны капусты белокочанной характеризовались лучшими показателями, соответственно 5,20 и 2,01 г/100 г сухого вещества. Полная органоминеральная система удобрения способствовала лучшему накоплению различных углеводов в товарной продукции всех видов капусты огородной.

Таблица 4. Среднее содержание углеводов в различных видах капусты огородной, г/100 г сухого вещества

Вариант	Моно- и дисахариды	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Крахмал	Клетчатка	Пектин
Капуста белокочанная, кочаны							
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	4,95	1,85	1,78	0,18	0,08	2,01	0,21
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	5,20	1,95	2,01	0,24	0,09	2,24	0,26
Капуста цветная, головки							
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	5,05	1,97	1,72	0,37	0,28	2,20	0,39
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	5,15	2,07	1,82	0,47	0,40	2,30	0,49
Капуста брокколи, головки							
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	4,60	1,67	1,45	0,08	0,03	2,00	0,10
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	4,80	1,72	1,47	0,12	0,05	1,95	0,14
HCP ₀₅	0,25	0,09	0,09	0,01	0,01	0,11	0,01

Содержание общего азота в кочанах капусты белокочанной составило 1,50–1,78 %, в головках капусты цветной – 2,86–3,17 %, в головках капусты брокколи – 3,58–4,20 %, фосфора – соответственно 0,67–0,77, 0,93–1,04 и 1,08–1,17 %, калия – 1,69–1,92, 1,78–2,03 и 1,87–2,04 %, кальция – 0,47–0,67, 0,31–0,35 и 0,37–0,43 %, магния – 0,20–0,25, 0,52–0,61 и 0,25–0,27 %, меди – 1,7–2,1, 2,9–3,3 и 3,6–5,0 мг/кг, цинка – 10,8–11,7, 24,8–27,4 и 39,7–42,6 мг/кг, железа – 27,7–31,7, 52,0–55,8 и 60,8–65,4 мг/кг.

Содержание азота в побочной продукции (листья) капусты белокочанной в среднем составило 2,23 %, фосфора – 0,63, калия – 1,72, кальция – 2,76, магния – 1,58; в листьях капусты брокколи – соответственно 3,19, 0,94, 1,51, 2,83 и 1,38 %, в листьях капусты цветной – 2,40 (N), 0,76 (P₂O₅), 1,33 (K₂O), 3,18 (CaO) и 0,41 % (MgO). Побочная продукция различных видов капусты чаще всего остается в поле и может служить дополнительным источником органического вещества и элементов питания для последующих культур севооборота [13]. Использование побочной продукции различных видов капусты огородной обеспечит поступление в почву от 15 до 30 ц/га сухого вещества, 16–52 кг/га азота, 12–19 кг/га фосфора, 19–53 кг/га калия, 36–84 кг/га кальция и 9–48 кг/га магния.

Общий вынос средний вынос азота растениями капусты белокочанной составил 129 кг/га, фосфора – 61, калия – 157, кальция – 119, магния – 62 кг/га, растениями капусты цветной – соответственно 131, 43, 79, 77 и 24 кг/га, растениями капусты брокколи – 122 (N), 41 (P₂O₅), 70 (K₂O), 47 (CaO) и 25 кг/га (MgO). Удельный (нормативный) вынос элементов питания, показатели которого используют для расчета баланса элементов питания и доз удобрений в производстве [33–35], с 10 ц товарной и соответствующим количеством побочной продукции составил: капусты белокочанная – 2,0 (N), 1,0 (P₂O₅), 2,5 (K₂O), 1,9 (CaO), 1,0 (MgO); капусты цветная – 5,0 (N), 1,6 (P₂O₅), 3,0 (K₂O), 2,9 (CaO), 0,9 (MgO); капусты брокколи – 6,5 (N), 2,2 (P₂O₅), 3,7 (K₂O), 2,5 (CaO), 1,3 (MgO).

Заключение

Применение минеральных удобрений обеспечило получение 27–38 %, органических удобрений (подстилочный навоз КРС) – 12–16 % урожайности товарной продукции различных видов капусты огородной при общей урожайности кочанов капусты белокочанной в удобренных вариантах 594–681 ц/га, головок капусты цветной – 246–279 ц/га, головок капусты брокколи – 169–210 ц/га.

Среднее содержание сырого протеина в удобренных вариантах в зависимости от вида капусты составило 10,7–26,3 %, жира – 1,1–2,6 %, золы – 7,1–8,6 %, углеводов – 9,93–12,70 %, каротина – 1,4–3,2 мг/кг, незаменимых аминокислот – 0,206–0,283 г/100 г при содержании нитратов в товарной продукции в пределах ПДК и наличии комплекса витаминов (С, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, Е, К).

Применение минеральных и органических удобрений способствовало улучшению основных биохимических показателей товарной продукции всех видов капусты огородной с их более высокими значениями в вариантах с полной органоминеральной системой удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваш богатый огород / А. П. Шкляров, С. А. Банадысев, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Сачивко, Е. В. Значение и сортовое разнообразие различных видов капусты огородной / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 54–56.
4. Биохимический состав новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Барбасов [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 64–68.
5. Гаджимустапаева, Е. Г. Биохимический состав капусты цветной в орошаемом земледелии / Е. Г. Гаджимустапаева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 3. – С. 62–65.
6. Комплексная биохимическая характеристика брокколи и цветной капусты / Д. А. Фатеев, А. Е. Соловьева, Т. В. Шеленга, А. М. Артемьева // Овощи России. – 2020. – № 6. – С. 104–111.
7. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.
8. Сачивко, Е. В. Биохимический состав различных видов капусты в зависимости от применения удобрений / Е. В. Сачивко // Наука и инновационные технологии в решении проблем продовольственной безопасности. – Минск: БГСХА, 2025.
9. Сачивко, Е. В. Особенности химического состава различных видов капусты / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 225–226.
10. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. *avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *alphina* F₁) / L. C. Ramos dos Reis, V. Ruffo de Alveira, M. E. Kienle Hagen [et al.] // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 63, No. 1. – P. 177–183.
11. Босак, В. М. Арганічныя ўгнаенні: роля ў забеспячэнні харчовай бяспекі і ўзнаўленні глебавай урадлівасці / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, Н. У. Улаховіч // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 13–15.
12. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
13. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
14. Козловская, И. П. Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность и качество капусты цветной / И. П. Козловская, Е. В. Сачивко // Земледелие и растениеводство. – 2025. – № 1.

15. Козловская, И. П. Влияние удобрений, агроулучшителей и гуминовых препаратов на урожайность и качество капусты белокочанной / И. П. Козловская, Е. В. Сачивко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 38–42.
16. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина, Н. П. Купреенко, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
17. Сачивко, Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 216–217.
18. Сачивко, Е. В. Применение гуминовых удобрений при возделывании капусты белокочанной / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак, И. И. Сергеева // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 273–274.
19. Сачивко, Е. В. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании капусты белокочанной / Е. В. Сачивко, И. П. Козловская // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 455–458.
20. Сачивко, Е. В. Урожайность и качество капусты брокколи в зависимости от применения удобрений / Е. В. Сачивко, И. П. Козловская // Почвоведение и агрохимия. – 2025. – № 1.
21. Улахович, Н. В. Азотфиксирующая способность и продуктивность зернобобовых культур в зависимости от применения минеральных удобрений / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 30–33.
22. Эффективность применения гуминового удобрения Гумат Рост при возделывании сельскохозяйственных культур / Г. П. Шушкевич, В. Н. Босак, О. А. Соколов [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2025. – № 1.
23. Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак, Е. Ф. Валейша, Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
24. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
25. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
26. Технология возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко, В. К. Пестис, В. В. Гракун [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 614 с.
27. Минюк, О. Н. Продуктивность и аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 72–79.
28. Сачивко, Е. В. Аминокислотный состав различных видов капусты огородной / Е. В. Сачивко // Молодежь и инновации – 2025. – Горки: БГСХА, 2025.
29. Улахович, Н. В. Аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. – Красноярск, 2025. – С. 208–211.
30. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, С. В. Егоров, Е. В. Егорова // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–217.
31. Содержание витаминов в семенах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, С. В. Егоров, Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 31–33.
32. Темиров, А. Р. Содержание витаминов в различных видах монарды / А. Р. Темиров, Т. В. Сачивко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 328–330.
33. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области / В. И. Бельский, Н. В. Мойсюк, М. П. Кузьменко [и др.]. – Минск: Институт экономики НАН Беларуси, 2006. – 44 с.
34. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа, В. Н. Босак, И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 20 с.
35. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА И МУКИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

А. А. КУЛЕШОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: an_kuleshova00@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.03.2025)

Важным элементом современных технологий производства сельскохозяйственных культур в настоящее время становятся регуляторы роста и микроудобрения. Их применение позволяет оптимизировать питание растений и разработать высокоэффективную систему удобрения для яровой тритикале, обеспечивающую высокую, устойчивую продуктивность, снизить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая.

В данной статье представлены результаты исследований по применению макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна и муки яровой тритикале сорта Садко на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В результате проведенных исследований наибольшую эффективность показали микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексное удобрение Нутривант плюс. Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$. Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 %. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %).

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, урожайность, качество, яровая тритикале.

Growth regulators and microfertilizers are currently becoming an important element of modern crop production technologies. Their use allows optimizing plant nutrition and developing a highly effective fertilization system for spring triticale, ensuring high, sustainable productivity, reducing the impact of unfavorable meteorological conditions on crop formation. This article presents the results of studies on the use of macro-, micro-fertilizers and growth regulators on the yield and quality of grain and flour of spring triticale of the Sadko variety on sod-podzolic light loamy soil. As a result of the studies, the greatest efficiency was shown by the micro-fertilizer with the growth regulator MicroStim-Copper L and the complex fertilizer Nutrivant plus. The maximum grain yield of spring triticale (5.16 and 5.21 t/ha) was obtained with foliar feeding with micro-fertilizer with growth regulator MicroStim-Copper L and complex fertilizer Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$. The highest content of raw gluten was noted in the variant with the use of complex fertilizer NPK with Cu and Mn, as well as MicroStim-Copper L and Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – 27.9, 27.9 and 29.2 %. The highest ash content was noted in the variants with the use of MicroStim-Copper L and Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51.1 %).

Key words: macro-fertilizers, micro-fertilizers, growth regulators, yield, quality, spring triticale.

Введение

Тритикале – новый вид, полученный с помощью искусственной гибридизации пшеницы с рожью для совмещения в одном растении ценных признаков двух культур. Достоинством новой культуры является комплексный иммунитет к грибным и вирусным болезням. Она не поражается мучнистой росой, твердой и пыльной головней. При высоких интенсивных агротехнологиях эта культура может давать высокую урожайность зерна (5–8 т/га) и зеленой массы (40–70 т/га). Интерес к ней как к кормовой культуре вызван тем, что по сравнению с другими хлебными злаками, она содержит больше белка с лучшим аминокислотным составом (выше на 1,5 %, чем в пшенице, и на 4 %, чем во ржи). В настоящее время зерно и отруби ее используются на фураж как высокобелковый (18–19 %) корм с большим содержанием незаменимых аминокислот, в том числе лизина и триптофана, для всех домашних животных и птицы. Кроме того, в отрубях имеется больше, чем в зерне и муке, марганца, железа и меди [1, с. 168].

Что касается технологических показателей качества зерна, то необходимо отметить, что присутствие хромосом ржи, снижает объем хлеба из муки тритикале. Исследования в этом направлении показали, что хлеб из тритикале по объему уступает пшеничному и превосходит ржаной. Однако по питательной ценности он превосходит как пшеничный, так и ржаной. Во многих странах применяется добавка муки из тритикале при выпечке хлеба из пшеничной муки. По мнению авторов, эта добавка, которая должна составлять 20–50 %, увеличивает усваиваемость и питательную ценность пшеничного хлеба, так как приводит к медленному разложению триптофана и лизина при выпечке [2, 3].

Сегодня тритикале используется и как продовольственная, и как фуражная культура. При переработке зерна тритикале главная трудность – отделить оболочки от эндосперма. Поэтому так нелегко производить высококачественные сорта муки из тритикале. Из обдирной (выход 96 %) и обойной

(выход 87 %) муки тритикале изготавливают богатый белком хлеб с хорошими вкусовыми и ароматическими свойствами. Хлеб из муки тритикале обладает характерным сладковатым вкусом.

Мука из тритикале, ввиду специфического свойства клейковины белков, является отличным сырьем для кондитерской промышленности, что позволяет выпекать более высокого качества, чем из пшеничной муки, печенье, пряники, кексы, бисквиты. Продукция из муки тритикале медленнее черствеет, чем из муки пшеницы [4].

Важным элементом современных технологий производства сельскохозяйственных культур в настоящее время становятся регуляторы роста и микроудобрения. Требуется более глубокое изучение экзогенной регуляции продукционного процесса для разработки систем управления продуктивностью и экологической устойчивостью растений, научного обоснования адаптивных энергосберегающих технологий производства экологически безопасной продукции. Таким образом, исследования по разработке технологии возделывания яровой тритикале, позволяющей формировать высокопродуктивные посевы с качеством зерна, пригодным для продовольственных целей и комбикормовой промышленности, является актуальной научной проблемой и производственной необходимостью.

Цель исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность и качество зерна яровой тритикале.

Основная часть

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Объект исследования – среднеспелый сорт яровой тритикале Садко. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная.

В среднем за 3 года исследований почва опытного участка имела следующие агрохимические показатели: низкое и среднее содержание гумуса (1,5–1,6 %), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (5,58–6,08), повышенное содержание подвижного фосфора (207,7–249,9 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (177,5–257,8 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,5–1,7 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижного цинка (2,8–3,4 мг/кг) (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опыта

Годы исследований	Гумус, %	рН _{KCl}	Н _г	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn
			м–экв на 100 г почвы				мг/кг почвы			
2018	1,5	5,58	1,48	11,4	12,9	88,5	223,9	257,8	1,7	3,2
2019	1,6	6,08	1,36	12,6	14,0	90,3	249,9	177,5	1,5	2,8
2020	1.6	5.91	1.50	12.1	13.6	90.0	207.7	231.0	1.7	3.4

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев проводился рядовым способом пневматической сеялкой СПУ – 3, глубина заделки – 4 см. Предшественники в 2018 г. – горох, в 2019–2020 гг. – подсолнечник. Посев в 2018–2020 гг. осуществлялся 3 мая, 19 и 23 апреля соответственно.

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию в дозах N – 60 кг/га, P₂O₅ – 60–70 кг/га, K₂O – 90–120 кг/га.

Подкормку азотом в дозе 30 кг/га проводили мочевиной дважды: в фазу начала выхода в трубку и фазу флагового листа.

Комплексное удобрение (АФК) марки 16:12:20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀), где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Польское микроудобрение Адоб Медь и белорусское комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л применяли в фазу начала выхода в трубку в дозах 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Также проводили двукратную обработку комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой (производство Израиль) в дозе 2 кг/га в фазу кушения и фазу начала выхода в трубку.

Удобрение Кристалон особый и коричневый (производство Нидерланды) в дозе 2 кг/га вносили в фазу кушения и в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение Адоб Профит (Польша) также вносили дважды в фазу кушения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил (Беларусь) в дозе 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными, микроудобрениями и регулятором роста проводили согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем в необходимые сроки, соответствующие фазам развития растений.

Уборка и учет урожая проводилась селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» поделочно.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого, а также с использованием компьютерной программы Microsoft Excel [5, с. 230; 6].

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна и муки яровой тритикале сорта Садко в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Урожайность, ц/га	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Зольность, %	Белизна муки, %
Контроль (без удобрений)	33,8	23,3	112,2	1,3	43,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	39,4	24,4	112,8	1,5	43,2
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	41,6	25,7	113,7	1,5	45,1
Фон 1 + Адоб Медь	45,2	25,9	117,3	1,5	46,4
Фон 1 + МикроСтим–Медь Л	46,4	27,4	114,6	1,5	46,6
Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	47,2	27,9	113,2	1,4	45,1
Фон 1 + Кристалон	45,8	27,0	114,8	1,5	46,8
Фон 1 + Адоб Профит	46,3	25,7	115,1	1,5	46,3
Фон 1 + Экосил	44,8	25,5	113,9	1,4	42,8
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	48,8	27,9	115,7	1,5	47,2
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀ – фон 2	46,1	26,6	116,9	1,5	45,6
Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	51,6	27,9	117,8	1,5	51,1
Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	52,1	29,2	119,2	1,5	51,1
HCP ₀₅	0,97	1,02	0,67	0,92	2,16

Урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко так же, как и у яровой пшеницы, была меньше в 2018 г., что также связано с более поздним сроком сева и недостатком влаги в критические фазы роста. В среднем за 2018–2020 гг. урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ по отношению к контролю возросла на 5,6 ц/га, а N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ – на 7,8 ц/га зерна.

Некорневая подкормка яровой тритикале микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ в фазу начала выхода в трубку повышала урожайность зерна на 3,6 и 4,8 ц/га.

Обработка посевов комплексными удобрениями Нутривант плюс зерновой, Кристалон и Адоб Профит на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ обеспечивала прибавку урожайности зерна тритикале 5,6, 4,2 и 4,7 ц/га. Применение на посевах яровой тритикале сорта Садко регулятора роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ увеличило урожайность зерна на 3,2 ц/га.

При использовании комплексного удобрения АФК с Cu и Mn в дозе, эквивалентной N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ при внесении карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия, урожайность зерна тритикале возросла на 7,2 ц/га.

Внесение минеральных удобрений в повышенной дозе N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀, по сравнению с контролем, повышало урожайность тритикале на 12,3 ц/га. Применение микроудобрения МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ увеличило урожайность зерна яровой тритикале на 5,5 ц/га. Применение комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) увеличило урожайность зерна тритикале на 6,0 ц/га.

Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀.

Среди комплексных удобрений (Нутривант плюс зерновой, Кристалон, Адоб Профит) на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ наибольшую прибавку урожайности зерна яровой тритикале обеспечивало применение Нутривант плюс зерновой. Применение комплексного удобрения АФК с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn повышало урожайность зерна тритикале на 7,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий (табл. 2).

При возделывании сельскохозяйственных культур наряду с урожайностью большое значение имеет качество производимой продукции, в частности тритикалевая мука, которая используется для питания человека. По таким показателям, как содержание и ИДК клейковины, зольность, белизна муки оцениваются хлебопекарные качества тритикале.

Клейковина – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. Тритикале образует клейковину, приближающуюся по качеству к пшеничной. Тесто из муки тритикале образуется гораздо быстрее, а устойчивость к замесу у него менее длительная по сравнению с тестом, полученным из пшеничной муки. Объясняется это тем, что мука тритикале содержит больше водо- и солерастворимых белков, клейковина отличается большей растяжимостью, но менее эластичная. Мука из тритикале обладает более высокой протеолитической

активностью, что ослабляет тесто вследствие гидролиза белков. Из-за низкого содержания клейковины и высокой протеолитической активности для улучшения хлебопекарных свойств тритикале необходимо сокращать время брожения или добавлять улучшители.

Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 % (табл. 2).

Качество клейковины характеризуется такими ее физическими свойствами, как цвет, упругость, растяжимость и способность к набуханию. Растяжимость – способность клейковины растягиваться в длину. Об эластичности клейковины дают представление растяжимость и упругость. Способность к набуханию – это водопоглотительная способность клейковины. Упругость – свойство клейковины возвращаться в исходное положение после снятия деформирующих усилий. Измеряется на приборе ИДК (измеритель деформации клейковины), и устанавливается группа качества клейковины [7, с. 101].

По вариантам опыта деформация клейковины колеблется в диапазоне от 112,2 до 119,2 ед. ИДК. Следовательно, она неудовлетворительная и слабая, и относится к 3 группе по качеству [7, с. 102].

Зольностью называют выраженное в процентах количество минеральных веществ, остающихся после полного сгорания органических веществ навески муки. Зольность является показателем сорта и выхода муки и по нему судят о содержании периферийных частей зерна в муке [8, с. 37]. По вариантам опыта достоверных различий по зольности отмечено не было.

Показатель белизны имеет существенное значение для практического хлебопечения, поскольку дают возможность судить о степени очистки муки от отрубчатых частиц и о её сортности. Из светлой муки получается хлеб с более светлым мякишем. Для сорта тритикале Т-60 – не менее 54 %, Т-70 – не менее 48 %, Т-80 – не менее 36 %, Т-120 – не менее 15 % [9, с. 3]. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %) (табл. 2).

Заключение

1. Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$.

2. Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 %. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кшникаткина, А. Н. Тритикале: вопросы биологии, культивирования и использования: монография / А. Н. Кшникаткина. – Пенза: ПГАУ, 2019. — 216 с.
2. Использование тритикале в хлебопечении / Л. П. Пащенко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2-3. – С. 26–29.
3. Крючкова, Т. Е. Улучшение технологических показателей хлеба из муки тритикале с помощью пшеничной клейковины / Т. Е. Крючкова // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82. – С. 569–578.
4. Тритикале – удивительный злак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.povarenok.ru/articles/show/7992/>. - дата доступа: 06.04.2025.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактаравага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.
7. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства: учебно-методический комплекс / сост.: Н. В. Винникова. – Горки: БГСХА, 2021. – 178 с.
8. Товароведная оценка качества продукции растениеводства: лабораторный практикум / А. И. Кравцов, Л. Н. Кравцова, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2012. – 155 с.
9. ГОСТ 34142-2017 Мука тритикалевая. Технические условия // Система нормативных документов www.meganorm.ru/ [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data/646/64666.pdf>. – Дата доступа 06.04.2025.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ НИГЕЛЛЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

А. Л. ИСАКОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nastyaisakova213@gmail.com

В. И. НЕМТИНОВ, Ю. Н. КОСТАНЧУК

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Республика Крым, 295043, e-mail: kostanyulya@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.03.2025)

С каждым годом интерес к новой эфиромасличной, лекарственной культуре – нигелле (черный тмин) возрастает как в области медицины, так и в области сельского хозяйства. Необходимо отметить, что семена этой культуры содержат комплекс жирных, эфирных масел, витаминов и аминокислот, а также макро- и микроэлементов. На сегодняшний день создано множество различных сортов нигеллы, отличающихся высокой урожайностью, масличностью и декоративностью. Важной составляющей любой селекционной работы является оценка адаптивной способности образцов, для выявления ценных и хозяйственно-полезных сортов или исходного материала для ведения дальнейшей селекционной работы на продуктивность и другие признаки качества. В условиях Предгорного Крыма проведены исследования пяти сортов нигеллы селекции Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Изучены особенности роста и развития сортов, определена их семенная продуктивность, масличность, содержание элементов в семенах, а также выявлена генетическая гибкость сортов, экологическая пластичность, гомеостатичность, селекционная ценность, показатель уровня стабильности сортов и коэффициент адаптивности по признаку «масса семян с растения».

Все сорта были сравнены со стандартом (Крымчанка – st. – нигелла посевная (*Nigella sativa* L.), Ялита – st. – нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.). По результатам проведенных исследований определено, что в условиях Предгорного Крыма сорта белорусской селекции имели сравнительно одинаковую спелость семян, включая сорта-стандарты, в среднем за годы исследований от 95 до 101 дня. Для селекции лучше всего подходят сорта с высоким коэффициентом адаптивности Беларуски Духмяны и Радасць, так как их высокая гомеостатичность указывает на надежность в разных агроэкологических условиях, и они обеспечивают стабильные урожаи. Нужно отметить, что, если целью является получение стабильного урожая, предпочтение стоит отдать сортам с низкой гибкостью. Если же важна возможность получения высоких урожаев при хорошем климате, можно рассмотреть сорта с большей гибкостью, но с рисками падения урожайности.

Ключевые слова: сорт, селекция, нигелла, отбор, масличность, микроэлементы.

Every year, interest in the new essential oil, medicinal crop – nigella (black cumin) is growing both in the field of medicine and in agriculture. It should be noted that the seeds of this crop contain a complex of fatty, essential oils, vitamins and amino acids, as well as macro- and microelements. To date, many different varieties of nigella have been created, distinguished by high productivity, oil content and decorativeness. An important component of any breeding work is the assessment of the adaptive capacity of samples, to identify valuable and economically useful varieties or source material for further breeding work on productivity and other quality characteristics. In the conditions of the Foothills of Crimea, studies were conducted on five varieties of nigella bred by the Belarusian State Agricultural Academy. The characteristics of the growth and development of varieties were studied, their seed productivity, oil content, and the content of elements in seeds were determined, and the genetic flexibility of varieties, ecological plasticity, homeostaticity, selection value, the indicator of the level of stability of varieties, and the coefficient of adaptability according to the “weight of seeds per plant” feature were revealed. All varieties were compared with the standard (Krymchanka – st. – *Nigella sativa* L., Yalita – st. – *Nigella damascena* L.). Based on the results of the studies, it was determined that in the conditions of the Crimean Foothills, the varieties of Belarusian selection had relatively similar seed maturity, including standard varieties, on average over the years of research from 95 to 101 days. The varieties with a high adaptability coefficient Belaruski Duhmyany and Radasts are best suited for selection, since their high homeostaticity indicates reliability in different agroecological conditions, and they provide stable yields. It should be noted that if the goal is to obtain a stable yield, preference should be given to varieties with low flexibility. If the possibility of obtaining high yields in a good climate is important, varieties with greater flexibility can be considered, but with the risk of yield decline.

Key words: variety; selection; nigella; selection; oil content, microelements

Введение

С каждым годом интерес к новой эфиромасличной, лекарственной культуре – нигелле (черный тмин) возрастает как в области медицины, так и в области сельского хозяйства. Необходимо отметить, что семена этой культуры содержат комплекс жирных, эфирных масел, витаминов и аминокислот, а также макро-и микроэлементов. На сегодняшний день создано множество различных сортов нигеллы, отличающихся высокой урожайностью, масличностью и декоративностью. Важной составляющей любой селекционной работы является оценка адаптивной способности образцов, для выявления ценных и хозяйственно-полезных сортов или исходного материала для ведения дальнейшей селекционной работы на продуктивность и другие признаки качества. Особую ценность имеют сорта

и гибриды, стабильные по урожайности и пригодные для возделывания в различных почвенно-климатических зонах. Новые создаваемые селекционерами сорта должны характеризоваться наибольшей урожайностью в благоприятных условиях и при этом формировать стабильный урожай в иных условиях, т.е. быть высоко адаптивными. Важнейшим принципом экологизации селекции является получение эколого-генетической информации на каждом этапе селекционного процесса. При этом важна информация как о норме реакции селективируемых генотипов в соответствии их модели сорта, так и сведения о типичности сред по отношению к будущей эконисше сорта [2].

Целью исследований являлось проведение всесторонней оценки по хозяйственно ценным признакам сортов нигеллы в агроклиматических условиях Предгорной зоны Крыма для выявления наиболее ценных с широким адаптивным потенциалом для последующей интродукции культуры в регион.

Научная новизна – впервые проведена комплексная оценка различных сортов нигеллы белорусской селекции в агроклиматических условиях Предгорной зоны Крыма.

Основная часть

Исследования проводили в условиях Предгорной зоны Крыма в отделе селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенном в 12 км на северо-восток от г. Симферополя. Почва на участке представлена южным карбонатным тяжелосуглинистым чернозёмом. По гранулометрическому составу почва является тяжёлым слабо-структурным суглинком. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,3 %, азота – 3,2 мг/100 г, фосфора – 8,9 мг/100 г, калия – 64,8 мг/100 г почвы, рН солевой – 8,3.

Территория опытного участка относится к нижнему Предгорному агроклиматическому району Крыма. Климат района умеренно континентальный, характеризующийся неустойчивым увлажнением. Средние годовые температуры воздуха равны 9–12 °С. Для данного района обычным является жаркое лето при средних температурах июля плюс 23–24 °С и максимальных плюс 35–39 °С. Годовое количество осадков в среднем составляет 325–450 мм.

Периоду вегетации 2022 г. характерны значения среднесуточных температур, которые находились на уровне среднесуточных данных или незначительно превышали их (рис. 1, 2). Умеренные положительные среднесуточные температуры после всходов нигеллы (апрель) сопровождались достаточным количеством выпадающих осадков, что способствовало успешному развитию растений. Весна была умеренно тёплой и достаточно влажной: количество осадков в апреле превышало норму в 1,9 раза и составляло 65,6 мм. Погодные условия летнего периода вегетации нигеллы соответствовали уровню средних многолетних данных, что способствовало формированию хорошего урожая.

Вегетационный период 2023 г. по температурному режиму незначительно отличался от прошлого года, теплее оказался только март. Разница по годам наблюдалась лишь в количестве выпавших осадков: на 53,7 % меньше. За три весенних месяца выпало 99,7 мм, что в 1,46 раза меньше предыдущего года.

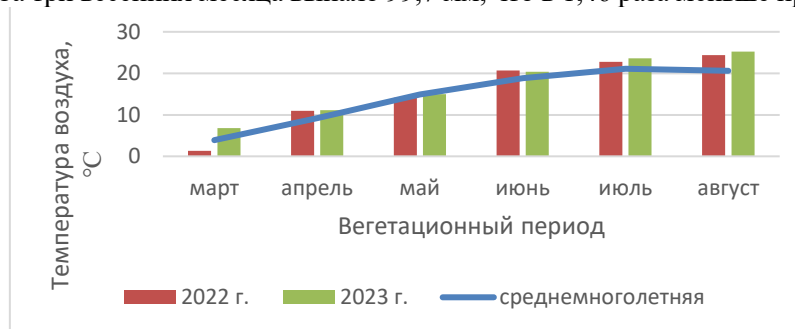


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации нигеллы, °С

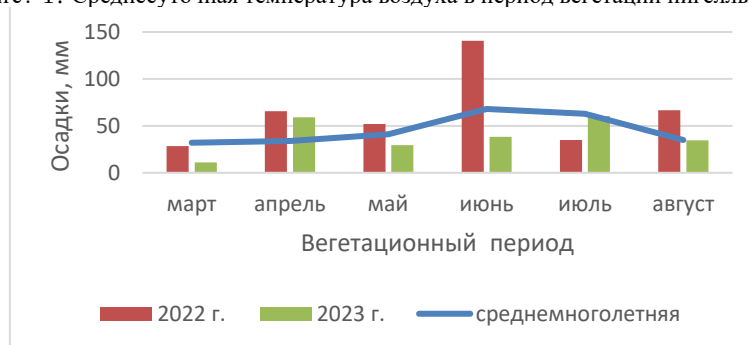


Рис. 2. Количество осадков в период вегетации нигеллы, мм

Объектами исследования являлись 5 сортов нигеллы белорусской селекции видов *Nigella sativa* L. – Знахарка, Беларускі Духмяны и *Nigella damascena* L. – Искра, Сунічны Водар, Радасць. Посев осуществлялся во 2–3-й декаде марта. Схема посева семян нигеллы – трехрядная (25+25+90) × 6 см. Делянки размером 2,0 × 0,8 м. Орошение капельное по фазам: единичные всходы, интенсивный рост, цветение, налив семян. Комплекс полевых агротехнических мероприятий проводили вручную. Уход за посевами включал междурядную обработку по мере засорения посевов сорными растениями.

В ходе исследований проводили следующие учеты и наблюдения: а) фенологические наблюдения; б) морфологические измерения; в) определение показателей семенной продуктивности; г) определение качественных показателей семян нигеллы.

Лабораторные анализы растительных образцов проводили согласно существующим методикам и ГОСТам. Устойчивость к стрессу и генетическую гибкость (или компенсаторную способность) сорта определяли по методу А. А. Rossielle, J. Hemblin [6], гомеостатичность (Ном) по методике В. В. Хангильдина [4], показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по методике Э. Д. Неттевича [3], коэффициент адаптивности (КА) по методике Л. А. Животкова [1], индекс экологической пластичности по Eberhard S. A., Russell W. A [5]. Определение содержания макро- и микроэлементов проводили методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭСД) на аналитическом растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6090 LA. в ФГБНУ ФНЦ Садоводства (г. Москва).

По результатам исследований определено, что раннеспелым сортом в условиях Предгорного Крыма является сорт Радасць нигеллы дамасской (95 дней), другие сорта имели сравнительно одинаковую спелость семян, включая сорта-стандарты, в среднем за годы исследований от 98 до 101,5 дня. Однако, необходимо отметить, что все сорта нигеллы в условиях Предгорной зоны Крыма проходят этапы роста и развития, вплоть до получения качественного семенного материала. В табл. 1 представлены межфазные периоды сортообразцов нигеллы.

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов сортообразцов нигеллы (среднее за 2022–2023 гг.)

№ п/п	Сорт, образец	Период (суток) от всходов до:			
		образования розетки	стеблевания	цветения	спелости семян
Nigella sativa L.					
1	Крымчанка–st.	29	50	68	101
2	Знахарка	18,5	40	55,5	99
3	Беларускі духмяны	21	43,5	61,5	99
Nigella damascena L.					
4	Ялита – st.	18,5	52,5	65	98
5	Сунічны Водар	18,5	52,5	61	98
6	Радасць	10,5	49	57,5	95
7	Искра	13,5	52,5	62	101,5

Исследования морфометрических признаков сортообразцов показало, что высокорослые сорта имеют большее количество как побегов, так и листовок и соответственно обладают высокой семенной продуктивностью. Так, у сорта-стандарта Крымчанка нигеллы посевной семенная продуктивность с одного растения составила 4,2 грамма, у сортов белорусской селекции (Знахарка, Беларускі Духмяны) эти показатели составили 3,2 и 3,7 г соответственно (табл. 2). Выравненность по данному признаку высокая, однако у сорта Знахарка она ниже (66,3 %), чем у сорта Крымчанка (81,2 %) и Беларускі Духмяны (96,2 %). Содержание жирных масел в семенах составило у сорта Крымчанка – 36,5 %, у сорта Знахарка – 33,2 %, а у сорта Беларускі Духмяны – 35,9 %. Выравненность по данному признаку также высокая – 95,4 %, 85,5 %, 91,7 % соответственно (табл. 3).

Таблица 2. Комплексная оценка образцов нигеллы посевной (среднее за 2022–2023 гг.)

Сорт, образец	Высота растения, см	Количество побегов, шт.	Количество листовок, шт.	Продуктивность семян, г	Содержание жирных масел в семенах, %
Крымчанка–ст.	71,1±1,1	46,8±1,9	41,8±2,0	4,2±0,2	36,5±0,8
Знахарка	48,0±2,9	20,4±2,2	22,2±1,4	3,2±0,2	33,2±0,7
Беларускі духмяны	53,8±2,1	25,8±1,9	30,2±1,4	3,7±0,2	35,9±0,2

Таблица 3. Выравненность семенной продуктивности и жирного масла *N. sativa* L.

Сорт, образец	Семенная продуктивность, г/растения				Жирное масло, %			
	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %
Крымчанка–ст.	4,7±0,1	3,6±0,2	4,2±0,2	81,2	37,6±0,5	35,3±0,1	36,5±0,8	95,4
Знахарка	2,4±0,2	3,9±0,1	3,2±0,2	66,3	29,8±0,9	36,6±0,4	33,2±0,7	85,5
Беларускі Духмяны	3,6±0,2	3,8±0,3	3,7±0,2	96,2	38,0±0,1	33,8±0,3	35,9±0,2	91,7

У сортообразцов нигеллы дамасской семенная продуктивность и содержание жирных масел в семенах, значительно ниже, чем у сортообразцов нигеллы посевной. Так, 4,3 г семян с растения составило у сорта Радасць, у сорта-стандарта Ялита и у сорта Сунічны Водар показатели оказались низкими – 2,6 и 1,7 г соответственно, вероятно, это связано, с климатическими условиями в годы проведе-

ния исследований. Высокой масличностью в процентном соотношении отличался сорт-стандарт Ялита, между сортами Радасць и Искра также существенных различий не выявлено (табл. 4 и 5).

Необходимым элементом в исследовании эфиромасличных, лекарственных культур, семена которых применяются при создании кормовых добавок для птицы, рыбы и КРС, является определение содержания макро- и микроэлементов. В табл. 6 представлены данные по содержанию элементов в семенах сортов нигеллы посевной и нигеллы дамасской. Нужно отметить, что содержание цинка в семенах образцов нигеллы посевной не выявлено, однако отмечено высокое содержание (%) калия и кальция в сортах-стандартах и в семенах сорта Искра и Сунічны Водар. По результатам исследований, проведенных в условиях Беларуси, содержание цинка в семенах сортов белорусской селекции варьировало от 31,4 до 68,0 мг/кг, кальция (%) от 0,48–0,67, что свидетельствует о большом значении почвенных условий выращивания и природно-климатических условий на содержание в семенах как макро- и микроэлементов, аминокислот, витаминов, эфирных и жирных масел, так и других биологически активных соединений [2].

Таблица 4. Комплексная оценка образцов нигеллы дамасской (среднее за 2022–2023 гг.)

Сорт, образец	Высота, см	Количество побегов, шт.	Количество листовок, шт.	Продуктивность семян, г	Содержание жирных масел в семенах, %
Ялита – st.	24,7±0,9	19,8 ±0,9	20,4±0,6	2,6±0,2	35,7±0,4
Сунічны водар	30,0±0,6	27,0±2,2	33,1±1,2	1,7±0,1	24,1±0,3
Радасць	42,7±1,4	36,4±2,1	42,6±1,0	4,3±0,08	28,6±0,4
Искра	43,0±1,0	44,4±2,2	38,9±2,0	3,2±0,04	29,5±0,4

Таблица 5. Выравненность семенной продуктивности и жирного масла *N. damascena* L.

Сорт, образец	Семенная продуктивность, г/растения				Жирное масло, %			
	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %	2022г.	2023г.	$\bar{X}$	В, %
Ялита- st.	3,4±0,2	1,8±0,2	2,6±0,2	23,8	36,8±0,3	34,6±0,4	35,7±0,4	92,3
Сунічны Водар	0,8±0,06	2,6±0,2	1,7±0,1	25,1	19,9±0,2	28,3±0,4	24,1±0,3	75,4
Радасць	4,4±0,06	4,2±0,1	4,3±0,1	96,8	26,8±0,4	30,5±0,5	28,6±0,4	90,9
Искра	4,5±0,03	1,9±0,1	3,2±0,1	45,7	24,9±0,6	34,1±0,3	29,5±0,4	78,0

Таблица 6. Содержание элементов в семенах *N. sativa* L. и *N. damascena* L., %

Элемент	Крымчанка- st.	Знахарка	Беларускі Духмяны	Ялита- st.	Сунічны Водар	Радасць	Искра
Mg	2,23	2,12	1,94	2,56	2,73	2,14	2,94
Si	0,26	0,18	0,24	0,32	0,13	0,12	0,90
P	6,92	6,38	6,54	6,07	6,92	5,30	6,52
S	0,89	0,34	0,77	0,68	0,67	0,52	0,53
K	12,2	8,62	8,48	10,5	8,82	6,51	11,9
Ca	10,9	5,12	4,97	5,91	8,13	5,43	7,38
Cr	0,53	0,12	0,16	0,17	0,15	0,21	0,16
Co	0,37	0,26	0,38	0,34	0,27	0,24	0,12
Ni	0,54	0,28	0,38	0,12	0,47	0,16	0,22
Cu	0,14	0,62	0,78	0,31	0,18	Нет	0,16
Se	0,24	0,58	0,68	0,11	0,24	0,25	0,28
Mo	3,29	0,29	1,58	1,38	1,99	1,35	1,12
Zn	-	-	-	0,84	1,14	0,56	0,21

В результате изучения генетической гибкости сортов в условиях Предгорного Крыма выявлено, что самые стабильные сорта – Радасць и Крымчанка-st. Рекомендуются для выращивания в переменных климатических условиях. Наиболее чувствительные сорта – Искра и Ялита-st. Требуют улучшенной агротехники и защиты в неблагоприятные сезоны.

Аномальные результаты: Беларускі Духмяны и Знахарка показали рост урожайности – возможно, 2023 год оказался более благоприятным для этих сортов (например, более подходящий уровень влаги или температур). Сунічны Водар показал экстремальный прирост урожайности (-225 %) – вероятно, это связано с влиянием факторов, повышающих продуктивность (опыление, почвенные условия и др.). Если цель – получение стабильного урожая, предпочтение стоит отдать сортам с низкой гибкостью. Если же важна возможность получения высоких урожаев при хорошем климате, можно рассмотреть сорта с большей гибкостью, но с рисками падения урожайности (табл. 7).

Наиболее ценные сорта для селекции – Сунічны Водар и Знахарка. Высокие значения СЦ связаны с хорошей урожайностью и устойчивостью. Особенно удивляет Сунічны Водар, который продемонстрировал прирост урожайности в 2023 году. Сорта средней селекционной ценности – Радасць, Беларускі Духмяны, Крымчанка-st. Эти сорта демонстрируют баланс между стабильностью и урожайностью. Сорта с наименьшей селекционной ценностью – Искра и Ялита-st. Высокая чувствительность к условиям среды снижает их ценность в селекции. Искра особенно нестабильна, что делает её менее перспективной для селекции на устойчивость.

Таблицы 7. Параметры адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения»

Сорт	ГГ	Ном	Уровень стабильности S_i	КА	СЦ	Коэффициент пластичности (b_i)
Крымчанка-st.	0,234 (23,4%)	28,47	0,187	1,23	3,18	0,0729
Знахарка	-0,625 (-62,5%)	8,82	0,337	0,93	5,12	0,1786
Беларускі Духмяны	-0,056 (-5,6%)	684,50	0,038	1,10	3,91	0,0027
Ялита- st.	0,471 (47,1%)	5,28	0,435	0,77	1,38	0,2462
Сунічны Водар	-2,25 (-225%)	1,78	0,749	0,50	5,53	0,4765
Радасць	0,045 (4,5%)	924,50	0,033	1,27	4,10	0,0023
Искра	0,578 (57,8%)	3,03	0,575	0,95	1,35	0,5281

По результатам экологической пластичности установлено, что наиболее экологически стабильные сорта: Радасць и Беларускі Духмяны демонстрируют высокую стабильность урожайности при изменении условий среды. Эти сорта рекомендуются для широкого распространения, так как мало реагируют на внешние изменения. Сорта со средней пластичностью: Крымчанка-st. и Знахарка – умеренная изменчивость урожайности, но все еще достаточно устойчивые.

Подходят для селекции на стабильность. Наименее пластичные сорта: Сунічны Водар (0,476) и Искра (0,528) – высокая изменчивость урожайности. Эти сорта чувствительны к изменениям среды и требуют контролируемых условий выращивания.

Сорта с наибольшей адаптивностью: Радасць (1,27) и Крымчанка-st. (1,23) показывают высокую устойчивость к различным условиям. Хорошо приспособлены к изменяющейся среде. Средняя адаптивность: Беларускі Духмяны и Искра адаптивны, но могут зависеть от условий. Знахарка немного ниже, но остается в допустимых пределах. Наименее адаптивные сорта: Сунічны Водар (0,50) и Ялита-st. (0,77) имеют слабую адаптивность, могут значительно снижать урожайность при изменении условий. Требуют оптимального ухода и специальных условий для стабильного роста.

Наибольшая гомеостатичность у сорта Радасць (924,5) и Беларускі Духмяны (684,5), что говорит о высокой стабильности их урожаев в разных годах. Средний уровень гомеостатичности у Крымчанка-st. (28,47) и Знахарка (8,82). Наименьшая гомеостатичность у Сунічны Водар (1,78) и Искра (3,03), что указывает на сильные колебания урожайности между годами.

Наиболее стабильные сорта: Радасць (0,033) и Беларускі Духмяны (0,038). Отличаются средней стабильностью сорта Крымчанка-st. (0,187) и Знахарка (0,337). Наименее стабильные сорта: Искра (0,575) и Сунічны Водар (0,749), что указывает на значительные колебания урожайности между годами.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований в условиях Предгорной зоны Крыма можно сделать следующие выводы: сорта белорусской селекции Радасць и Беларускі Духмяны – лучшие по стабильности, подходят для выращивания в условиях с переменной погодой. Знахарка – среднеустойчивый сорт, его урожайность может изменяться. Искра и Сунічны Водар – нестабильные, их урожайность сильно варьируется от года к году, что делает их менее надежными для возделывания, однако возможно получить высокие урожаи семян в годы с хорошими почвенными и погодными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности / Л. А. Животков [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
2. Нигелла в Беларуси / А. Л. Исакова [и др.] – Горки, 2021. – 118 с.
3. Неттевич, Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства / Э. Д. Неттевич // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 50–55.
4. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин [и др.] // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. 1984. – № 1. – С. 67–76.
5. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6, № 1. – P. 36–40.
6. Rossielle A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // CropScience. – 1981. – Vol. 21., № 6. – P. 27–29.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА МУТАНТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail tatiana-bogdan2016@yandex.by

(Поступила в редакцию 11.03.2025)

Одним из методов создания селекционного материала является химический мутагенез. Применение этого метода существенно расширяет генетическую изменчивость организмов, увеличивает возможности отбора растений у различных сельскохозяйственных культур с селекционно ценными признаками и, следовательно, способствует ускорению селекционного процесса. В статье проведена комплексная оценка сортобразцов льна-долгунца мутантного происхождения (обработка французского образца Aramis нитрозометилмочевиной (НММ) в концентрациях 0,006 %, 0,01 %, 0,12 % при экспозициях – 6, 12, 18 часов) на заключительном этапе селекционного процесса. В течение 2022–2024 гг. сортобразцы проанализированы по основным хозяйственно ценным признакам: урожайности семян, тресты, общего и длинного волокна, качество длинного трёпаного волокна, устойчивости к фузариозному увяданию и полеганию. В результате было выделено 2 сортобразца: 2Ar 2 (НММ 0,01+12 ч.) характеризовался как высокорослый и высокоустойчивый к полеганию и фузариозному увяданию, высокоурожайный по тресте, общему и длинному волокну и 3Ar 2 (НММ 0,01+18 ч), который показал относительно высокое качество длинного трёпаного волокна. Сортобразец 2Ar 2 отзывчив на изменения условий среды ($bi > 1$) по урожайности семян, общего и длинного волокна. Анализ урожайности семян, тресты, общего и длинного волокна за годы изучения по испытываемым сортобразцам показал их зависимость от условий года (вклад фактора составил 71,8–88,3 %). На урожайность семян оказывало также влияние взаимодействие фактора генотип $\times$ год (20,9 %). Сортобразцы 2Ar 2 и 3Ar 2 включены в селекционные программы для создания высокопродуктивных и стабильных сортов льна-долгунца в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Ключевые слова: лён-долгунец, селекция, мутантное происхождение, сортобразец, урожайность семян, тресты общего и длинного волокна.

One of the methods for creating breeding material is chemical mutagenesis. The use of this method significantly expands the genetic variability of organisms, increases the possibilities of selecting plants in various agricultural crops with breeding valuable traits and, therefore, helps to accelerate the breeding process. The article provides a comprehensive assessment of flax varieties of mutant origin (treatment of the French Aramis sample with nitrosomethylurea (NMU) in concentrations of 0.006 %, 0.01 %, 0.12 % at exposures of 6, 12, 18 hours) at the final stage of the breeding process. During 2022–2024, the variety samples were analyzed for the main economically valuable traits: seed yield, straw, total and long fiber, quality of long scutched fiber, resistance to fusarium wilt and lodging. As a result, two variety samples were isolated: 2Ar 2 (NMU 0.01+12 h) was characterized as tall and highly resistant to lodging and fusarium wilt, high-yielding in terms of straw, total and long fiber, and 3Ar 2 (NMU 0.01+18 h), which demonstrated a relatively high quality of long scutched fiber. The 2Ar 2 variety sample is responsive to changes in environmental conditions ($bi > 1$) in terms of seed yield, total and long fiber. Analysis of the yield of seeds, straw, total and long fiber over the years of study for the tested variety samples showed their dependence on the conditions of the year (the contribution of the factor was 71.8–88.3 %). The seed yield was also affected by the interaction of the genotype $\times$ year factor (20.9 %). Varieties 2Ar 2 and 3Ar 2 are included in breeding programs for the creation of highly productive and stable varieties of fiber flax in the conditions of the north-eastern part of the Republic of Belarus.

Key words: fiber flax, breeding, mutant origin, variety sample, seed yield, total and long fiber straw.

Введение

В системе мер, направленных на развитие льноводства, одно из ведущих мест занимает создание высокопродуктивных сортов льна-долгунца, обладающих широким адаптивным потенциалом [1, с. 3]. Созданные в последние годы отечественные сорта характеризуются высокой урожайностью льноволокна (2,0–2,5 т/га) и льносемян (1,0–1,2 т/га), хорошим качеством льноволокна, устойчивостью к полеганию и болезням. Однако, в производственных условиях их биологический потенциал реализуется не более чем на 45 %. Что в значительной мере обусловлено влиянием неблагоприятных факторов среды [2, с. 31–33; 3, с. 450–452]. Для максимально возможной реализации урожайного потенциала любой сельскохозяйственной культуры необходимо иметь сведения по основным хозяйственно ценным признакам и их устойчивости к лимитирующим урожайность факторам среды [4, с. 5].

Известно, что мутагенез является основным генератором эволюционного процесса, причем мутации – изначальный источник всей генетической изменчивости. Индуцированный мутагенез в сотни раз увеличивает частоту появления измененных форм, и поэтому в настоящее время он признан достаточно эффективным методом создания генетической вариабельности у растительных организмов [5, с. 63]. Рядом исследований показано, что обработка мутагенами позволяет выделить в потомстве растений формы, которые представляют интерес для использования в селекционном процессе. Таким

способом получены формы с повышенной урожайностью волокна и семян, а также формы, более устойчивые к болезням и полеганию по сравнению с исходными генотипами. Мутации поставляют селекционеру новый генетический исходный материал, который может быть использован для создания сортов как в чистом виде, так и в качестве родительских форм при гибридизации [6–9].

Цель исследований – провести комплексную оценку сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения в селекционном сортоиспытании по основным хозяйственно ценным признакам.

Основная часть

Проведены испытания пяти сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения селекционного сортоиспытания в 2022–2024 годах в условиях северо-восточной части Республики Беларусь. Представленные сортообразцы созданы в 2016 году путём обработки коллекционного французского образца Agamis нитрозометилмочевинной (НММ) в концентрациях 0,006 %, 0,01 %, 0,12 % при экспозициях – 6, 12, 18 часов. В ходе многократного отбора интерес представили сортообразцы 2Ag 1, 1Ag 2, 2Ag 2, 3Ag 2, 3Ag 3.

Почва опытных участков дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м мореным суглинком. Предшественники – горчица белая, ячмень яровой, гречиха по годам испытания соответственно. Агрохимические показатели почвенных участков селекционного севооборота 2022–2024 годов варьировали: кислотность почвы pH_{KCL} – 4,5–6,1, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 125,9–331,2 мг/кг почвы, содержание обменного калия (по Масловой) – 173,7–197,1 мг/кг почвы. Закладку опытов, учёт и наблюдения проводили в соответствии с методическими указаниями [10, с. 16–23].

Годы исследований различались по метеорологическим условиям. Так, 2022 год характеризовался как оптимально влажный с чередованием засушливых и избыточно влажных периодов. Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК) вегетационного периода составил 1,40. В 2023 году первая половина вегетационного периода льна-долгунца до цветения проходила в сухих условиях (ГТК=0,25), что существенно снизило высоту растений и урожайность тресты и волокна. Цветение и созревание льна проходили в условиях избыточного увлажнения (ГТК=2,69). В 2024 году в период от всходов до быстрого роста льна-долгунца было сухо (ГТК=0,35), период цветения-созревания характеризовался как избыточно влажный (ГТК=1,93). Такие контрастные условия в разные периоды роста и развития растений льна-долгунца позволили объективно оценить селекционные сортообразцы по продуктивности и качеству льнопродукции.

В качестве контроля использовали позднеспелый сорт Надёжный, у которого средняя продолжительность вегетационного периода за годы исследования составила 73,3 суток.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (Б. А. Доспехов) [11] при помощи пакета анализа, входящего в состав Microsoft Excel. Расчёт и анализ параметров экологической пластичности проведён по Зыкину [12].

Продолжительность вегетационного периода является одним из важных хозяйственно ценных признаков льна-долгунца, который определяет возможность получения высокого урожая в районах его выращивания [3, с. 7]. Все изучаемые в опыте образцы относились к позднеспелой группе, у которых средняя продолжительность вегетационного периода варьировала незначительно по годам ($V, \%$ =6,7): от 76 (2Ag 2) до 80 суток (1Ag 2).

Важным показателем, от которого зависит урожайность льносоломы, волокна и качество длинного трёпанного волокна является высота растений. Все сортообразцы, кроме 2Ag 1, достоверно превышали сорт-контроль по высоте растений.

Пригодность сорта к механизированной уборке определяется его устойчивостью к полеганию. Все представленные сортообразцы были высокоустойчивыми (4,9 и 5,0 баллов).

Создание и внедрение в производство устойчивых к болезням сортов является одним из наиболее радикальных направлений в системе защитных мероприятий, обеспечивающих стабильное повышение урожая и качества продукции [13, с. 3]. Фузариозное увядание льна является наиболее распространённым и вредоносным заболеванием льна. По устойчивости к фузариозному увяданию все испытываемые сортообразцы отнесены к высокоустойчивым (развитие болезни до 20 %). Исключения составили сорт-контроль Надёжный и сортообразец 3Ag 2, которые были среднеустойчивыми.

Номер длинного трёпанного волокна – комплексный показатель качества, который варьировал от 9,7 (2Ag 1) до 10,7 (3Ag 2 и сорт-контроль Надёжный). Варьирование номера длинного трёпанного волокна по годам было несущественным, за исключением сортообразца 3Ag 3, у которого в неблагоприятный 2023 год данный показатель составил № 9, а в 2022 и 2024 годы – № 11, в среднем за три года – № 10,3 (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика по хозяйственно ценным признакам сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения (среднее 2022–2024 гг.)

Сортообразец	Схема обработки	Вегетационный период, сутки	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Развитие фузариозного увядания, %	Номер длинного трепаного волокна
Надёжный (контроль)		73,3	69,3	5,0	22,6	10,7
2Ar 1	HMM 0,006+12 ч.	79,3	70,9	5,0	12,7	9,7
1Ar 2	HMM 0,01+6 ч.	80,0	74,4	4,9	7,8	10,0
2Ar 2	HMM 0,01+12 ч.	76,0	74,8	5,0	14,6	10,3
3Ar 2	HMM 0,01+18 ч.	76,3	74,0	5,0	24,7	10,7
3Ar 3	HMM 0,12+18 ч.	77,7	73,3	5,0	14,5	10,3
HCP ₀₅		3,9	3,6	0,1	8,3	

Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности семян льна-долгунца были в 2023 году. Средняя урожайность семян среди представленных сортообразцов составила 8,8 ц/га, менее благоприятный – 2024 год, когда данный показатель был 6,0 ц/га. Сортообразец 2Ar 2 в благоприятный год имел максимальную урожайность семян – 9,5 ц/га, а в неблагоприятный минимальную – 5,4 ц/га (рис. 1).

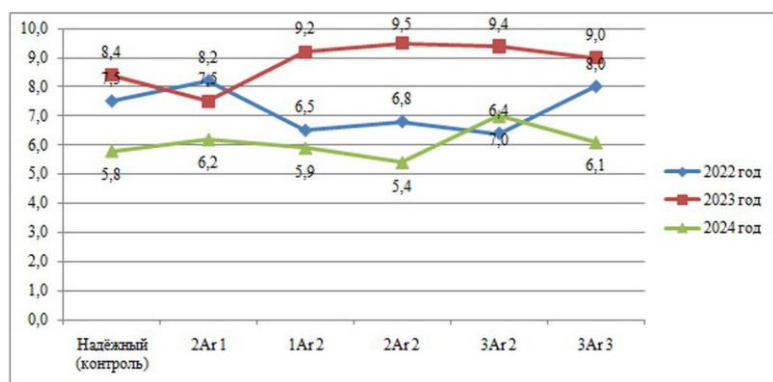


Рис. 1. Урожайность семян у сортообразцов льна-долгунца (2022–2024 гг.)

Сортообразцы 1Ar 2 и 2Ar 2 по урожайности семян отнесены к интенсивному типу (коэффициент линейной регрессии, $b_i=1,25$ и $1,52$ соответственно), т.е. данные сортообразцы отзывчивы на улучшение среды, которое сопровождалось повышением урожайности семян.

По урожайности семян испытываемые сортообразцы существенно различались. Варьирование урожайности находилось в пределах от 7,2 (1Ar 2 и 2Ar 2) до 7,7 ц/га (3Ar 3) (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность льнопродукции сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения (среднее 2022–2024 гг.)

Сортообразец	Схема обработки	Урожайность, ц/га			
		семян	тресты	общего волокна	длинного волокна
Надёжный (контроль)		7,2	52,3	17,9	11,8
2Ar 1	HMM 0,006+12 ч.	7,3	57,7	21,4	12,9
1Ar 2	HMM 0,01+6 ч.	7,2	61,6	20,9	13,8
2Ar 2	HMM 0,01+12 ч.	7,2	62,3	22,9	14,8
3Ar 2	HMM 0,01+18 ч.	7,6	52,4	19,5	12,8
3Ar 3	HMM 0,12+18 ч.	7,7	59,4	21,4	14,4
HCP ₀₅		0,42	7,24	3,46	1,75

По урожайности тресты и волокна благоприятным был 2022 год, неблагоприятным 2023 год (рис. 2 и 3). Все сортообразцы в среднем за три года испытания превышали сорт-контроль Надёжный по урожайности тресты, общего и длинного волокна, сильно варьируя по годам ($V, \% > 20$). По урожайности тресты существенное превышение над контролем наблюдали у сортообразцов 1Ar 2 и 2Ar 2.

Максимальная урожайность тресты, общего и длинного волокна за три года исследований получена у сортообразца 2Ar 2 – 62,3 ц/га, 22,9 ц/га и 14,8 ц/га соответственно (табл. 2). Данный сортообразец имел максимальные урожайность тресты и общего волокна в неблагоприятный год – 50,1 и 15,7 ц/га (рис. 2 и 3).

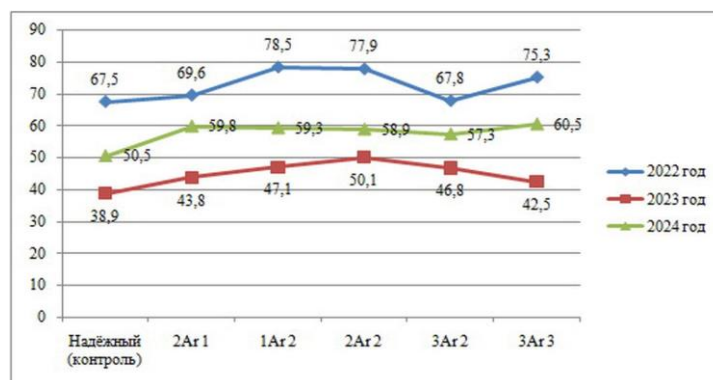


Рис. 2. Урожайность тресты у сортов льна-долгунца (2022–2024 гг.)

По урожайности общего волокна за три года испытаний выделились сорта 2Ar 1, 3Ar 3 и 2Ar 2, которые существенно превышали сорт-контроль (табл. 2). Максимальная урожайность общего волокна (29,7 ц/га) получена в 2022 году у сорта 2Ar 2 (рис. 3), который отнесён к интенсивному типу ($b_i=1,2$).

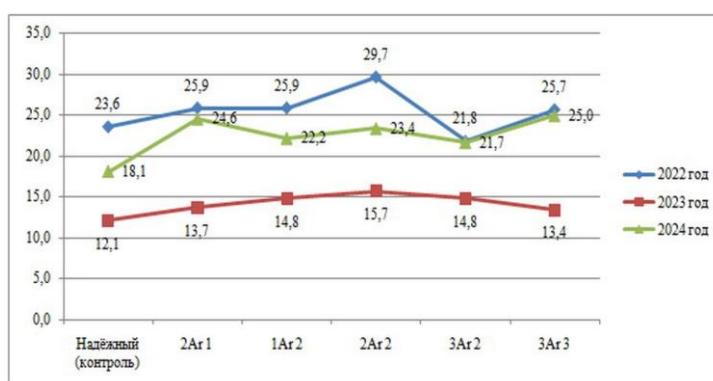


Рис. 3. Урожайность общего волокна у сортов льна-долгунца (2022–2024 гг.)

Максимальная урожайность длинного волокна за три года исследований отмечена по сорту 2Ar 2 – 14,8 ц/га, который отнесён к интенсивному типу ($b_i=1,2$). Существенное превышение над контролем по урожайности длинного волокна было у сортов 1Ar 2 и 3Ar 3 (табл. 2).

Максимальная урожайность длинного волокна получена у сорта 3Ar 3 в 2022 году – 20,7 ц/га. Следует отметить, что превышение урожайности длинного волокна у сортов в благоприятный 2022 год по отношению к данному показателю в неблагоприятный 2023 год было в 1,6–2,5 раза выше (рис. 4).

Сорта 2Ar 2 и 3Ar 3 отнесены к интенсивному типу по урожайности длинного волокна, у которых коэффициент линейной регрессии, b_i составил 1,1. Данные сорта отзывчивы на улучшение среды, которое сопровождалось повышением урожайности длинного волокна.

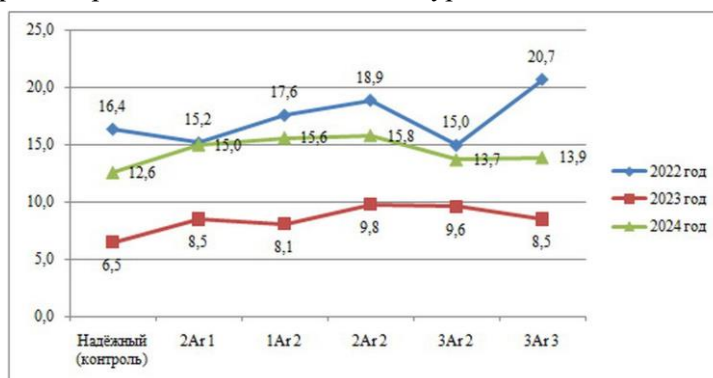


Рис. 4. Урожайность длинного волокна у сортов льна-долгунца (2022–2024 гг.)

Анализ урожайности семян, тресты, общего и длинного волокна по испытываемым сортам за 2022–2024 годы показал их зависимость от условий года (71,8–88,3 %). На урожайность семян оказывало также влияние взаимодействие фактора генотип $\times$ год (20,9 %). Влияние фактора генотип на урожайность льнопродукции было незначительным (табл. 3).

Таблица 3. Влияние факторов на урожайность льнопродукции

Признак	Доля фактора, %		
	генотип	год	генотип x год
Урожайность семян	2,0	71,8	20,9
Урожайность тресты	7,4	88,3	2,9
Урожайность общего волокна	9,1	84,0	5,9
Урожайность длинного волокна	9,4	86,5	2,7

Заключение

Проведена комплексная оценка сортообразцов льна-долгунца мутантного происхождения по основным хозяйственно ценным признакам: урожайности семян, тресты, общего и длинного волокна, качеству длинного трёпаного волокна, устойчивости к фузариозному увяданию и полеганию в 2022–2024 годах испытания. Отобраны 2 сортообразца 2Аг 2 и 3Аг 2. Сортообразец 2Аг 2 характеризовался как высокорослый, высокоустойчивый к полеганию и фузариозному увяданию, обеспечил урожайность тресты – 62,3 ц/га, общего волокна – 22,9 ц/га и длинного – 14,8 ц/га. Сортообразец 3Аг 2 выделялся по качеству длинного трепаного волокна – средний номер 10,7. Данные сортообразцы включены в селекционные программы для создания высокопродуктивных и стабильных сортов льна-долгунца в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рожмина, Т. А. Льняная отрасль на пути к возрождению / Т. А. Рожмина, О. Ю. Сорокина, В. П. Понажев, Л. М. Захарова // Защита и карантин растений. – 2018. – № 1. – С. 3–8.
2. Зуева, С. М. Влияние нормы высева на урожайность льна-долгунца сорта Феникс в условиях Смоленской области / С. М. Зуева, А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова, Е. А. Трабунова, С. М. Чехалков // Аграрный научный журнал. – 2022. – №12. – С. 31–35. DOI: 10.28983/asj. y2022i12pp31-35.
3. Степин, А. Д. Оценка перспективных линий льна-долгунца селекционного сортоиспытания по основным хозяйственно-ценным признакам и адаптивности / А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева, С. В. Уткина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – №23(4). – С. 450–462.
4. Зуева, С. М. Сравнительное изучение перспективных линий льна-долгунца селекционного сортоиспытания в условиях Смоленской области / С. М. Зуева, С. М. Чехалков, Е. А. Трабунова // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 4(4). – С. 3–10. DOI: 10.54016/ SVITOK.2024.69.60.001.
5. Симаш, С. В. Создание новых селекционно ценных форм льна-долгунца с использованием индуцированного мутагенеза / С. В. Симаш, В. З. Богдан, Т. М. Богдан // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – №3. – С. 63–65.
6. Володин, В. Г. Радиационный мутагенез у растений / В. Г. Володин. – Минск, 1975. – С. 124–156.
7. Рапопорт, И. А. Химический мутагенез: теория и практика / И. А. Рапопорт. – Москва, 1966. – С. 3–51.
8. Сидорова, К. К. Влияние химических мутагенов и гамма-лучей на мутационную изменчивость у разных сортов гороха / К. К. Сидорова // Специфичность химического мутагенеза: сб. науч. тр. – Москва, 1968. – С. 204–216.
9. Павлова, Л. Н. Методические указания по селекции льна-долгунца / Л. Н. Павлова [и др.]. – Россельхозакадемия: ВНИИ льна, Москва, 2004. – 43 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 2-е издание, переработ. и дополн. – М.: «КОЛОС», 1968. – 336 с.
11. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега // СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
12. Лошакова, Н. И. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням / Н. И. Лошакова, Т. В. Крылова, Л. П. Кудрявцева. – М.: ВНИИ льна, Россельхозакадемия, 2006. – 52 с.

СЕМЕНОВОДСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И КИТАЯ, ЕГО НОРМАТИВНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ, СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ

С. В. КУРЗЕНКОВ, ЧЖАН СЯНЬЛЭЙ (ZHANG XIANLEI)

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: sergkrz@yandex.by

(Поступила в редакцию 14.03.2025)

На современном этапе взаимовыгодное и партнерское сотрудничество между Китаем и Республикой Беларусь в области сельского хозяйства является важным направлением решения стоящих для обоих государств экономических, социальных задач, а также драйвером развития общего рынка. Значительные различия в посевных площадях, условиях производства основных сельскохозяйственных культур, в обеспеченности сельскохозяйственными ресурсами, в техническом уровне развития, рыночных требованиях и других аспектах этому не помеха. Эти различия лишь обеспечивают широкое пространство для сотрудничества между нашими государствами в сельскохозяйственной сфере и научных изысканиях.

Семена являются основой сельскохозяйственного производства обоих государств. Их предпосевное состояние не только связано с ростом и развитием сельскохозяйственных культур, но и напрямую влияет на конечный урожай сельскохозяйственных культур. Эффективность семенного материала при посеве зависит от потенциала, заложенного в нем, т. е. сортовых качеств; сохранения его биологической активности в условиях его хранения; активации потенциала в ходе предпосевной его подготовки; соблюдения агротехнических требований посева и культуры возделывания всходов с учетом условий благоприятной экологической и метеорологической обстановки. Поэтому в Республике Беларусь и Китае на государственном уровне уделяется большое значение семеноводству.

В рамках данной работы представлены структура и организация семеноводческих отраслей сельского хозяйства Республики Беларусь и Китая, а также их нормативное сопровождение. Материалы, изложенные в работе, позволяют проанализировать опыт наших государств в сфере производства высококачественного семенного материала и выработать направления сотрудничества.

Ключевые слова: семеноводство, структура и организация семеноводства Республики Беларусь и Китая, нормативные документы в области семеноводства, научное сотрудничество в области сельского хозяйства.

At the present stage, mutually beneficial and partnership cooperation between China and the Republic of Belarus in the field of agriculture is an important area for solving the economic and social problems facing both states, as well as a driver for the development of a common market. Significant differences in sown areas, production conditions of the main crops, in the provision of agricultural resources, in the technical level of development, market requirements and other aspects are not an obstacle to this. These differences only provide a wide space for cooperation between our states in the field of agriculture and scientific research. Seeds are the basis of agricultural production in both countries. Their pre-sowing condition is not only related to the growth and development of crops, but also directly affects the final yield of crops. The effectiveness of seed material during sowing depends on the potential inherent in it, i.e. varietal qualities; preservation of its biological activity in the conditions of its storage; activation of the potential during its pre-sowing preparation; compliance with agrotechnical requirements for sowing and cultivation of seedlings, taking into account the conditions of favorable environmental and meteorological conditions. Therefore, in the Republic of Belarus and China, great importance is paid to seed production at the state level. Within the framework of this work, the structure and organization of the seed-growing sectors of agriculture in the Republic of Belarus and China, as well as their regulatory support, are presented. The materials presented in the work will allow analyzing the experience of our states in the production of high-quality seed material and developing areas of cooperation.

Key words: seed production, structure and organization of seed production in the Republic of Belarus and China, regulatory documents in the field of seed production, scientific cooperation in the field of agriculture.

Введение

Решение продовольственной проблемы – стратегическая задача всех стран, в том числе Республики Беларусь и тем более Китая, который имеет почти 1,5 миллиардную численность населения. И в этом цели наших государств общие – обеспечение, продовольственной безопасности, развитие и создание инфраструктуры и экономических связей, способствующих улучшению сотрудничества между Республикой Беларусь и Китаем во всех сферах экономики. Данные цели хорошо вписываются в концепцию Китая «Один пояс, один путь» (Belt and Road Initiative, BRI), которая представляет собой масштабный проект, направленный на развитие инфраструктуры и экономических связей между Китаем и другими странами [1]. Поэтому сегодня взаимовыгодное и партнерское сотрудничество между Китаем и Республикой Беларусь, в том числе и в области сельского хозяйства, является важным направлением решения стоящих экономических и социальных задач для обоих государств и драйвером в развитии общего рынка.

В обеспечении продовольственной безопасности Республики Беларусь и Китая большая роль отводится сельскому хозяйству. Исторически сельское хозяйство Республики Беларусь и Китая прошло долгий путь от примитивного к современному сельскому хозяйству, что отражает глубокие социально-экономические изменения в наших странах. На сегодняшний день в обоих государствах активно

ведется работа над улучшением качества сельскохозяйственной продукции, развитием сельских отраслей производства, усовершенствованием механизмов государственного их регулирования и технической оснащенности. Это включает в себя усиление взаимосвязей между сельским хозяйством и смежными отраслями, что способствует повышению доходов населения и улучшению общего уровня его жизни.

Так было и так будет, что между нашими государствами в сфере сельского хозяйства существуют значительные различия в посевных площадях, условиях производства основных сельскохозяйственных культур, в обеспеченности сельскохозяйственными ресурсами, в техническом уровне развития, рыночных требованиях и других аспектах. Однако эти же различия и особенности обеспечивают широкое пространство для сотрудничества между нашими странами в сельскохозяйственной сфере и научных изысканиях. Только благодаря постоянному развитию сельскохозяйственных технологий и углублению торговли, взаимодополняемость между нашими странами в аграрной отрасли может укрепляться. Это открывает возможности научного сотрудничества в области сельского хозяйства. В этом видятся точки соприкосновения научных школ Республики Беларусь и Китая в области развития и совершенствования национальных аграрных отраслей.

Основная часть

Семена являются основой сельскохозяйственного производства обоих государств. Их предпосевное состояние не только связано с ростом и развитием сельскохозяйственных культур, но и напрямую влияет на конечный урожай сельскохозяйственных культур. Эффективность семенного материала при посеве зависит от потенциала, заложенного в нем, т. е. сортовых качеств; сохранения его биологической активности в условиях его хранения; активации потенциала в ходе предпосевной его подготовки; соблюдения агротехнических требований посева и культуры возделывания всходов с учетом условий благоприятной экологической и метеорологической обстановки. Поэтому в Республике Беларусь и Китае государственными органами уделяется большое значение семеноводству.

Так, в Республике Беларусь существует ряд нормативных актов, регулирующих семеноводство и направленных на обеспечение высокого качества семян, их устойчивость к болезням и вредителям, а также повышение урожайности сельскохозяйственных культур:

1. Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» определяет правовые и организационные основы создания сортов применяемых в сельском хозяйстве растений, производства и использования их семян в целях обеспечения продовольственной безопасности Республики Беларусь. Основные положения закона регулирует процесс замены старых сортов на новые, более урожайные и устойчивые к болезням и вредителям; устанавливает порядок государственной регистрации сортов и производителей семян; регламентирует требования к качеству семян и порядок их сертификации; регулирует порядок посева и использования семян в сельском хозяйстве [2].

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2021 г. № 746 «О реализации Закона Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» – определяет меры по поддержке и развитию семеноводства в стране. В этом документе устанавливаются: программы поддержки сельскохозяйственных предприятий, занимающихся семеноводством, научно-исследовательским организациям и учреждениям образования, работающих в области семеноводства и селекции новых сортов растений, а также внедрения передовых технологий и методов в производство семян; координация действий различных государственных и частных организаций в сфере семеноводства, а также международного сотрудничества в рассматриваемой сфере [3].

3. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 г. № 37 с изменениями и дополнениями от 4 октября 2017 г. (зарегистрировано в Национальном реестре – № 8/32838 от 19.02.2018 г.) – устанавливает требования к качеству семян зерновых, крупяных, зернобобовых, масличных, технических, кормовых, картофеля, сахарной свеклы, кормовой свеклы, овощных, плодовых, ягодных и цветочных растений и порядок их сертификации [4].

4. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «О порядке функционирования системы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений» от 5 октября 2021 г. № 62 (в редакции Постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 мая 2022 г. № 47) – устанавливает задачи и мероприятия по развитию селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений в республике [6].

5. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «О порядке производства семян сельскохозяйственных растений» от 5 октября 2021 г. № 63 (в редакции Постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 мая 2022 г. № 47) – устанавливает требования по производству семян зерновых, крупяных, зернобобовых, масличных, технических, кормовых, картофеля, сахарной свеклы, кормовой свеклы, овощных, плодовых, ягодных и цветочных растений [6].

Выполнение заявленной программы «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» в Республике Беларусь регулируется ее государственными органами и организациями.

Общее руководство по концентрации, специализации семеноводства, выполнению плана производства, обеспечения хозяйств высококачественными сортовыми семенами районированных и перспективных сортов и заготовки их в государственные фонды осуществляет Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (МСХП РБ). Для этого МСХП РБ совместно с отделением аграрных наук Национальной академии наук Беларуси и республиканским объединением «Белсемена» по представлению комитетов по сельскому хозяйству и продовольствию облисполкомов и научно-производственных объединений (НПО) рассматривают и утверждают планы производства и реализации семян элиты сельскохозяйственных культур по сортам для своевременного обеспечения сортосмены и сортообновления, разрабатывают задания учреждениям-оригинаторам по реализации семян питомников размножения. Организационные и координационные функции государственного управления в сфере семеноводства сельскохозяйственных возлагаются на республиканское объединение «Белсемена» совместно с государственными органами на местах. Приоритетными направлениями деятельности объединения являются [7]:

- осуществление координации деятельности организаций в области семеноводства, содействие им в решении вопросов производства, реализации и использования оригинальных и элитных семян сельскохозяйственных растений;
- обеспечение потребности сельскохозяйственных предприятий в высококачественных семенах и посадочном материале всех сельскохозяйственных растений;
- представление интересов организаций в области семеноводства сельскохозяйственных растений, оказание содействия в ускоренном внедрении новых сортов сельскохозяйственных культур в производство, в том числе и иностранной селекции;
- работа с производителями семян в направлении повышения качества производимых семян, соблюдения регламентов и технологий производства семян, улучшения универсальной и специализированной материально-технической базы;
- оказание содействия производителям семян в увеличении объемов экспорта семян и посадочного материала;
- работа по дальнейшему увеличению объемов производства семян востребованных сельскохозяйственных растений под полную потребность сельскохозяйственных предприятий;
- прогнозирование конъюнктуры рынка и участие в формировании необходимого ассортимента семян;
- разработка мотивационного механизма производителей семян;
- продвижение в сортоиспытание других стран отечественных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с целью дальнейшего их внедрения в производство за пределами республики.

Специализированные научно-исследовательские учреждения, высшие сельскохозяйственные учебные заведения и другие предприятия-оригинаторы обеспечивают отделы семеноводства областных и зональных сельскохозяйственных опытных станций и институтов оригинальными семенами районированных и перспективных сортов. Далее схема семеноводства включает группу взаимосвязанных питомников и семенных посевов, в которых в определенной последовательности, путем отбора и размножения осуществляется процесс воспроизведения сорта – суперэлиты. После чего суперэлитой обеспечиваются экспериментальные базы, элитхозы и учхозы сельскохозяйственных вузов, которые призваны производить достаточное количество семян элиты для закладки семенных участков специальных семеноводческих хозяйств в районах и дальнейшего обеспечения этими семенами сельскохозяйственных товаропроизводящих предприятий. Сельскохозяйственные товаропроизводящие предприятия занимаются внутривозвратным семеноводством. С этой целью полученные от семхозов семена они высевают на семенных участках с расчетом полного обеспечения государственного заказа, собственной потребности хозяйства в семенах, создания страховых фондов семян не ниже III репродукции.

Надзор за качеством и безопасностью семенного материала, распространением вредителей и болезней растений, а также за соблюдением санитарных норм и стандартов в сельскохозяйственных организациях осуществляется государственной инспекцией по семеноводству, карантину и защите растений в Республике Беларусь. Такая инспекция располагается в каждом районе и области. Ее основными задачами является:

- проверка качества семян. Инспекторы отбирают образцы семян из различных партий для проведения лабораторных исследований. Отобранные образцы семян исследуются на всхожесть, чистоту, влажность и наличие заболеваний и вредителей. В лаборатории также проводят тесты на генетическую чистоту и сортовые качества;
- карантинный контроль. Семена проходят проверку на наличие карантинных объектов, таких как болезни и вредители, которые могут нанести вред сельскому хозяйству;
- документальный контроль и оформление. Проверяются все сопроводительные документы, включая сертификаты качества, происхождение семян и результаты предыдущих проверок. Оформляются документы подтверждающими качество и соответствие стандартам проверяемой партии семян;
- мониторинг и надзор. После продажи семян инспекция продолжает мониторинг их использования и состояния, чтобы предотвратить распространение болезней и вредителей и подтвердить соответствие заявленным характеристикам;
- выдача заключений. По результатам проверок выдается заключение о качестве семян, которое включает рекомендации по использованию или необходимости их доработки.

Китай регулирует производство семян с помощью многоуровневой нормативно-правовой системы и выстроенной организационной структуры, уделяя особое внимание следующим аспектам: 1) защите генетических ресурсов растений для обеспечения их устойчивости и разнообразия; 2) внедрению инновационных сортов; 3) надзору за качеством; 4) международному сотрудничеству по обмену опытом и технологиями в области семеноводства.

Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие производство семян, включают:

– Указ Президента Китайской Народной Республики № 34 «Закон Китайской Народной Республики о семеноводстве», который был принят 8 июля 2000 года и вступил в силу 1 декабря 2000 года. Закон был изменен в 2004 году и дополнительно поправлялся в 2013, 2015 и 2021 годах. Последняя редакция вступила в силу 1 марта 2022 года [8]. Являясь основным законом управления семеноводческой отраслью Китая, он разъясняет системы защиты генетических ресурсов растений, проверки и регистрации сортов, защиты прав на новые сорта растений, а также процедуру лицензирования производства семян и их распространением;

– в соответствии с «Законом Китайской Народной Республики о семеноводстве», в целях усиления контроля за лицензиями на производство и эксплуатацию сельскохозяйственных семян и стандартизации процедур производства и эксплуатации сельскохозяйственных семян, были разработаны Приказ Министерства сельского хозяйства № 5 от 2016 года «Меры по контролю за лицензиями на производство и эксплуатацию сельскохозяйственных семян» [9]. Министерство сельского хозяйства и по делам сельских районов КНР обнародовало этот нормативный документ 8 июля 2016 года, который вступил в силу 15 августа 2016 года. Этот нормативный документ поясняет и регулирует: 1) аттестацию производителей, т. е. производители семян должны пройти аттестацию для подтверждения соответствия установленным стандартам; 2) формирование государственного реестра, т. е. все производители семян должны быть включены в государственный реестр; 3) государственное испытание сортов, т. е. сорта сельскохозяйственных растений должны проходить государственное испытание перед их включением в государственный реестр; 4) разрешение на использование и продажу семян, т. е. для использования или продажи семян, не включенных в государственный реестр, необходимо получить специальное разрешение; 5) контроль качества семян подразумевает лабораторный контроль и грунтовое испытание семян для подтверждения их качества. В этом нормативном акте оговаривается, что для производства и использования семян требуются лицензии, разъясняется, что предприятия должны обладать капиталом, технологиями, оборудованием и другими условиями, а также поясняется регулирование доступа на рынки сбыта семян. Некоторые аспекты этого документа были пересмотрены в 2017, 2019 и 2020 годах;

– Указ Президента Китайской Народной Республики № 21 «О безопасности продуктов питания» был принят 28 февраля 2009 года и вступил в силу 1 июля 2009 года. Он претерпел ряд изменений и дополнений в 2015 и 2021 годах [10]. Этот закон регулирует вопросы безопасности пищевой продук-

ции, включая производство, переработку, хранение и продажу продуктов питания в Китае. В этом нормативном документе обозначается стратегия оживления семеноводческой отрасли Китая, призывающая к созданию банков генетических ресурсов растений, систем селекции качественных семян и защите прав на новые сорта растений, а также поддержке исследований, разработок и промышленного применения технологий биологической селекции.

Китайская система управления семеноводством работает в координации с множеством государственных и коммерческих учреждений, а также с вертикалями власти от центрального правительства до управленцев местного уровня [11]. При этом Министерство сельского хозяйства и по делам сельских районов КНР (Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China) осуществляет общее руководство и координацию подведомственных учреждений в области семеноводства. Департамент управления семеноводческой отраслью Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов координирует разработку национальной политики в области семеноводства, проверки сортов, надзора за качеством процессов и международного сотрудничества.

Национальный центр контроля, инспектирования и тестирования качества семян сельскохозяйственных культур отвечает за выборочные проверки качества семян, арбитражные проверки в соответствии с международными стандартами.

Национальный комитет по оценке видов сельскохозяйственных культур, состоящий из специалистов и обладающий необходимой материальной и технической базой, отвечает за оценку основных сортовых особенностей сельскохозяйственных культур и создание отслеживаемых файлов оценки при дальнейшем их использовании.

Сельскохозяйственные и сельские департаменты на уровне провинций и ниже отвечают за реализацию планов производства семян, выдачу лицензий и надзор за рынком в пределах своей юрисдикции, чтобы обеспечить региональное распределение сортов и продвижение качественных семян.

Китайская академия сельскохозяйственных наук и ее институты проводят фундаментальные исследования в области селекции и биотехнологии сортов сельскохозяйственных культур. Так, например, институт продовольственных ресурсов Китайской академии сельскохозяйственных наук отвечает за защиту и использование генетических ресурсов семенного материала.

Национальный сервисный центр по продвижению сельскохозяйственных технологий организует демонстрации сортоиспытаний, техническое обучение и выставки семеноводческой отрасли для содействия интеграции научных исследований в производство.

Китайская ассоциация семеноводства координирует самодисциплину отрасли, содействует разработке технических стандартов и международному сотрудничеству.

Государственные семеноводческие предприятия, такие как China Seed Group, отвечают за производство и поставку качественных семян и стратегических запасов, а также выполняют задачи по селекции на внутренние нужды.

Механизм сотрудничества в процессе производства семян и надзора за ними между государственными учреждениями, научно-исследовательскими подразделениями, отраслевыми ассоциациями и предприятиями Китая представляется следующим образом.

Научно-исследовательские подразделения, такие как Китайская академия сельскохозяйственных наук, Провинциальные академии сельскохозяйственных наук и сельскохозяйственные университеты, опираясь на свои научные разработки в области передовых технологий редактирования генов и селекции с использованием молекулярных маркеров, тесно сотрудничают с семеноводческими компаниями такие, как Longping Hi-tech и China Seed Group в рамках программы «Сотрудничества науки и предпринимательства». Научно-исследовательские институты отвечают за фундаментальные генетические исследования и инновации в области использования зародышевой плазмы, а также обеспечивают техническую и ресурсную поддержку селекции. Семеноводческие компании предлагают конкретные селекционные цели, основанные на рыночном спросе, а научно-исследовательские учреждения оказывают им техническую поддержку. Данное сотрудничество оформляется посредством соглашений, регламентирующих обязанности его участников и права на результаты деятельности – семенной материал суперэлиты.

Национальный сервисный центр по продвижению сельскохозяйственных технологий совместно с провинциальными станциями по продвижению сельскохозяйственных технологий и научно-исследовательскими подразделениями проверяют адаптивность сортов в пунктах распространения и следят за соблюдением всех надлежащих при этом условий. Эти учреждения совместно определили испытательные площадки в различных экологических регионах страны, таких как регионы с холод-

ным умеренным климатом на северо-востоке и влажные субтропические регионы в среднем и нижнем течении реки Янцзы. Научно-исследовательские подразделения предоставляют новые сорта для тестирования станциям продвижения сельскохозяйственных технологий, а сервисные центры отслеживают процесс посадки, собирают и анализируют данные по адаптивности сортов и устойчивости к вредителям и климатическим условиям.

Департамент управления семеноводческой отраслью Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов координирует деятельность предприятий, крупных фермеров и кооперативов для участия в полевых проверках и сборе фактических данных о производстве.

Национальный комитет по анализу сортов сельскохозяйственных культур, состоящий из представителей Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов, научно-исследовательских институтов и предприятий, проводит окончательную проверку сортов, прошедших региональные испытания и производственные испытания. Если в результате проверки сорта обнаруживаются несоответствия, то выносятся решения об приостановлении проверки и запрете продаж семенного материала, чтобы защитить интересы фермеров и безопасность сельскохозяйственного производства. В отношении сортов, которые не прошли проверку, заявитель может направить заявку в Департамент управления семеноводством Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов, и сторонние испытательные агентства для организации независимой экспертной проверки.

Селекционные семена поставляются напрямую ведущим научно-исследовательскими институтами, таким как Китайская академия сельскохозяйственных наук, чтобы гарантировать соответствие их генетической чистоты и высоким стандартам качества. Производство оригинальных семян находится в ведении Провинциальной академии сельскохозяйственных наук или специализированной фермы по производству оригинальных семян и осуществляется под наблюдением провинциальной семеноводческой станции. Эти организации отслеживают производственный процесс, тестируют и сертифицируют оригинальные материалы. Производством хороших семян в основном занимаются предприятия или профессиональные кооперативы. Окружное управление сельского хозяйства и по делам сельских районов регулярно проводит проверки и своевременно удаляет некачественную продукцию, чтобы гарантировать качество семян.

Органы семенной инспекции проверяют всхожесть семян, их чистоту, влажность и другие показатели в соответствии с национальными стандартами (GB/T3543). Семеноводческие компании регулярно отправляют образцы произведенных семян для проверки, а результаты тестов загружают на «Платформу данных о семеноводческой отрасли Китая». Фитосанитарное агентство Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов и провинциальные карантинные станции совместно обновляют «Национальный список сельскохозяйственных фитосанитарных вредителей». Карантинные станции провинциального уровня устанавливают происхождение семян, исследуют и изолируют семена, зараженные болезнями и вредителями, и выдают «фитосанитарные сертификаты» на квалифицированные семена.

Министерство сельского хозяйства и по делам сельских районов, Главное управление по надзору за рынком и Министерство общественной безопасности обмениваются информацией и сотрудничают между собой в области семеноводства и защиты производителей и потребителей сельскохозяйственной продукции через межведомственные электронные платформы. Это содействует быстрому выявлению и расследованию незаконных действий по незаконному использованию пестицидов и выявлению ложной информации о сорте семян. Раскрытие таких незаконных случаев и применение соответствующих санкций к нарушителям помогают навести порядок на рынке семян и защитить интересы производителей и потребителей сельскохозяйственной продукции.

Заключение

На современном этапе взаимовыгодное и партнерское сотрудничество между Китаем и Республикой Беларусь в области сельского хозяйства является важным направлением решения стоящих для обоих государств экономических, социальных задач, а также драйвером развития общего рынка. Значительные различия в посевных площадях, условиях производства основных сельскохозяйственных культур, в обеспеченности сельскохозяйственными ресурсами, в техническом уровне развития, рыночных требованиях и других аспектах этому не помеха. Эти различия лишь обеспечивают широкое пространство для сотрудничества между нашими государствами в сельскохозяйственной сфере и научных изысканиях.

Семена являются основой сельскохозяйственного производства обоих государств. Их предпосевное состояние не только связано с ростом и развитием сельскохозяйственных культур, но и напрямую влияет на конечный урожай сельскохозяйственных культур. Эффективность семенного материала при посеве зависит от потенциала, заложенного в нем, т. е. сортовых качеств; сохранения его биологической активности в условиях его хранения; активации потенциала в ходе предпосевной его подготовки; соблюдения агротехнических требований посева и культуры возделывания всходов с учетом условий благоприятной экологической и метеорологической обстановки. Поэтому в Республике Беларусь и Китае на государственном уровне уделяется большое значение семеноводству.

В рамках данной работы представлены структура и организация семеноводческих отраслей сельского хозяйства Республики Беларусь и Китая, а также их нормативное сопровождение. Материалы, изложенные в работе, позволят проанализировать опыт наших государств в сфере производства высококачественного семенного материала и выработать направления сотрудничества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инициатива «Один пояс и один путь»: Шелковый путь 21 века - глобальная стратегия развития Китая, затрагивающая две трети населения планеты. [Электронный ресурс]. newmarkfinance.com. – URL: <https://newmarkfinance.com/bri?ysclid=m7x6l3tc4f681973008> (дата обращения: 06.03.2025).
2. О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 7 мая 2021 г., № 102-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12100102&p1=1> (дата обращения: 06.03.2025).
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2021 г. № 746 «О реализации Закона Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» [Электронный ресурс]. // Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь mshp.gov.by. – URL: <https://mshp.gov.by/uploads/Files/rasten/posanovlenie746.2021.pdf?ysclid=m7x7nk6c7w801039810> (дата обращения: 06.03.2025).
4. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 г. № 37 с изменениями и дополнениями от 4 октября 2017 г. (зарегистрировано в Национальном реестре – № 8/32838 от 19.02.2018 г.) // Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь mshp.gov.by. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/seed-ru/view/trebovaniya-k-sortovym-i-posevnyam-kachestvam-semjan-8676?ysclid=m7x85omlft380619826> (дата обращения: 06.03.2025).
5. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «О порядке функционирования системы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений» от 5 октября 2021 г. № 62 (в редакции Постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 мая 2022 г. № 47) // Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь mshp.gov.by. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/seed-ru/view/postanovlenie-o-porjadke-funktsionirovaniya-sistemy-razvitiya-selekcii-i-semenovodstva-selskoxozjajstvenn-2797?ysclid=m7x954ws052145682> (дата обращения: 06.03.2025).
6. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «О порядке производства семян сельскохозяйственных растений» от 5 октября 2021 г. № 63 (в редакции Постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 мая 2022 г. № 47) // Сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь mshp.gov.by. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/seed-ru/view/postanovlenie-o-porjadke-proizvodstva-semjan-selskoxozjajstvennyx-rastenij-ot-5-oktjabrja-2021-g-63-2790?ysclid=m7x8aywuun394561514> (дата обращения: 06.03.2025).
7. Задачи и функции Республиканского объединения «Белсемена» // Сайт Республиканского объединения «Белсемена» <https://robelsemena.by>. – Режим доступа: <https://robelsemena.by/?ysclid=m7x8x5oiic628583877>. – Дата доступа: 06.03.2025.
8. Закон Китайской Народной Республики о семеноводстве: Указ Президента КНР № 34 от 8 июля 2000 г. (в редакции 2004, 2013, 2015, 2021 гг.) [Электронный ресурс]. – Вступил в силу 1 декабря 2000 г. // Официальный бюллетень Госсовета КНР. – 2000. – № 34. – Последняя редакция действует с 1 марта 2022 г. – URL: <https://flk.npc.gov.cn/detail2.html?ZmY4MDgxODE3ZjA3MmEyZTAxN2YwYjY2ZmI2NDAXNjY> (дата обращения: 07.03.2025).
9. Меры по контролю за лицензиями на производство и эксплуатацию сельскохозяйственных семян: Приказ Министерства сельского хозяйства и по делам сельских районов КНР № 5 от 8 июля 2016 г. (с изменениями 2017, 2019, 2020 гг.) [Электронный ресурс]. – Вступил в силу 15 августа 2016 г. // Собрание законодательства КНР. – 2016. – № 31. – Ст. 5. – URL: https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5120705.htm (дата обращения: 07.03.2025).
10. Закон Китайской Народной Республики о безопасности продуктов питания: Указ Президента КНР № 21 от 28 февраля 2009 г. (в ред. 2015, 2021 гг.) [Электронный ресурс]. – Вступил в силу 1 июля 2009 г. // Официальные документы Постоянного комитета ВСНП. – 2009. – № 21. – 58 с. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/2015-04/25/content_2853643.htm (дата обращения: 07.03.2025).
11. Министерство сельского хозяйства и по делам сельских районов КНР. Национальная система управления семеноводством: координация государственных и коммерческих институтов [Электронный ресурс]. – Пекин, 2024. – URL: http://www.moa.gov.cn/jg/bjs/202409/t20240906_6462076.htm (дата обращения: 07.03.2025).

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И СПОСОБОВ ПОЛИВА

А. В. ДУБИНА, В. В. СКОРИНА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: d1264686@mail.ru*

(Поступила в редакцию 14.03.2025)

В статье предоставлены результаты исследований за 2022–2024 гг. по изучению влияния способов полива на показатели продуктивности и массы ягоды сортов земляники садовой в условиях северо-восточной части Беларуси.

Выявлены различия между сортами земляники садовой по средней массе ягоды и продуктивности. Установлено, что продуктивность сортов земляники садовой обусловлена такими показателями как масса ягод, их количество, так как на реализацию потенциала продуктивности сорта большое влияние оказывает не только генотип, но и особенности возделывания.

В результате исследований отмечено, что высокая продуктивность в среднем за годы исследований сформировалась у сорта Кимберли в вариантах (мульчирование пленкой + капельный полив) – 504,28 г/куст, (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) – 571,93 г/куст и (дождевание) – 524,09 г/куст. У сорта Азия в III варианте продуктивность составила 646,3 в IV – 448,77 г/куст. Высокой продуктивностью (667,09 г/куст) характеризовался сорт Зенга-Зенгана в варианте (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация). У сортов Флоренс в вариантах (мульчирование пленкой + капельный полив) и (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) продуктивность составила 581,39 и 547,72 г/куст соответственно. Превышение относительно контроля в вариантах опыта составило от 12,8 % до 118,4 %. По результатам трехлетних исследований установлено, что основная масса сортов обладала потенциальной продуктивностью от 450 до 660 г/куста, кроме сорта Альба. Наибольшая продуктивность получена у сортов в условиях 2023 г. в вариантах опыта (мульчирование пленкой + капельный полив) и (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) – от 568,53 до 816,84 г/куста. Установлено, что наиболее эффективными являются варианты (мульчирование пленкой + капельный полив) и (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация).

Ключевые слова: земляника садовая, сорт, полив, вариант, мульчирование, фертигация, средняя масса, ягода, продуктивность.

The article presents the results of research for 2022–2024 on the influence of irrigation methods on the productivity and berry weight of garden strawberry varieties in the north-eastern part of Belarus.

Differences between garden strawberry varieties in average berry weight and productivity were revealed. It was found that the productivity of garden strawberry varieties is determined by such indicators as berry weight and quantity, since not only the genotype, but also the cultivation features have a great influence on the realization of the variety's productivity potential.

As a result of the research, it was noted that high productivity on average over the years of research was formed in the Kimberly variety in the variants (mulching with film + drip irrigation) – 504.28 g / bush, (mulching with film + drip irrigation + fertigation) – 571.93 g / bush and (sprinkler irrigation) – 524.09 g / bush. The productivity of the Asia variety in variant III was 646.3, in variant IV – 448.77 g/bush. The Zenga-Zengana variety in the variant (film mulching + drip irrigation + fertigation) was characterized by high productivity (667.09 g/bush). The productivity of the Florence varieties in the variants (film mulching + drip irrigation) and (film mulching + drip irrigation + fertigation) was 581.39 and 547.72 g/bush, respectively. The excess relative to the control in the experimental variants was from 12.8 % to 118.4 %. According to the results of three-year studies, it was established that the majority of varieties had a potential productivity of 450 to 660 g/bush, except for the Alba variety. The highest productivity was obtained in varieties under the conditions of 2023 in the experimental variants (mulching with film + drip irrigation) and (mulching with film + drip irrigation + fertigation) – from 568.53 to 816.84 g / bush. It was found that the most effective variants are (mulching with film + drip irrigation) and (mulching with film + drip irrigation + fertigation).

Key words: garden strawberry, variety, irrigation, variant, mulching, fertigation, average weight, berry, productivity.

Введение

Одной из ведущих ягодных культур для промышленного возделывания во многих странах является земляника садовая. Большая популярность культуры обусловлена ее достоинствами: высокая рентабельность возделывания, десертный вкус и большая питательная ценность ягод [1]. Благодаря своей скороспелости, высокой урожайности, хорошим вкусовым и товарным качествам плодов и сравнительной нетребовательности к условиям произрастания, позволяет обеспечить население витаминной продукцией с комплексом минеральных и органических соединений.

Садовой земляники *Fragaria × ananassa* Duch. известно более 3000 сортов. При промышленном возделывании используют около 25–30 сортов [2]. В ягодах земляники содержится до 10 % сахаров, 1,3 % органических кислот, 120 мг % витамина С, 750 мг % Р-активных веществ, 5 мг % витамина В9 (фолиевой кислоты), а также калий, кальций, фосфор, магний, кремний, медь, железо [3, 4].

Крупнейшими производителями плодов земляники являются Китай (2,9 млн т), США (1,3 млн т), Мексика (0,6 млн т), Турция (0,4 млн т), Египет (0,4 млн т), Испания (0,3 млн т), Корея (0,2 млн т), Россия (0,2 млн т), Польша (0,2 млн т), Япония (0,2 млн т) [5].

Земляника садовая обладает ранними сроками созревания, растянутым периодом плодоношения (до 1,5 месяцев) и имеет диетический вкус. Кроме этого, земляника садовая обладает массой полез-

ных свойств. По содержанию витамина С она уступает только смородине черной. Содержание железа в землянике в четыре раза больше чем в яблоках, винограде и ананасе [6, 7].

Чтобы возделывание земляники садовой было эффективным, следует подбирать сорта с необходимыми хозяйственно ценными признаками, так как обычными агротехническими приемами невозможно повысить урожай сравнительно низкоурожайного сорта до уровня высокоурожайного [8].

Следует также отметить, что земляника садовая характеризуется хорошей пластичностью к различным почвенно-климатическим условиям и высокой приспособленностью сортов [9].

Выращивание земляники садовой с помощью саженцев Фриго (Frigo) является одной из самых передовых технологий. Благодаря особым условиям выращивания рассады саженцы можно хранить до 9 месяцев, кусты получают урожайными, а саму ягоду можно выращивать круглый год [10].

Цель исследования – оценить урожайность сортов земляники садовой в зависимости от способа полива в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Исследования проводились в 2022–2024 гг. на опытном поле кафедры плодоовощеводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Объектами исследований являлись сорта земляники садовой Кимберли, Азия, Флоренс, Зенга-Зенгана, Альба. Для закладки опыта использовали рассаду «фриго» класс: А+ экстра. Схема опыта включала следующие варианты: I контроль; II мульчирование + капельный полив; III мульчирование + капельный полив + фертигация; IV дождевание; V дождевание + фертигация. В качестве мульчирующего материала использовали черную пленку. Рядовая схема посадки растений на грядах 80 × 25 см. Размещение сортов рандомизированное, повторность трехкратная.

Исследования проведены согласно общепринятой методике «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [11].

В ходе проведения исследований проводили фенологические наблюдения (дата цветения, начало плодоношения), учет урожайности и качества продукции.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б. А. Доспехову [12] на ПЭВМ IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ Биостат, Microsoft Excel 7.0.

Метеорологические условия при проведении исследований отличались по температурным показателям, количеству атмосферных осадков, как по годам, так и от средних многолетних данных, что соответственно оказало влияние на качественный состав ягод. Среднемесячные температуры вегетационного периода 2022 г. имели значительное отличие от средних многолетних. В целом отмечены превышения среднемесячных температур в июне в пределах 2,4 °С. В мае среднемесячная температура была на 2,1 °С ниже средней многолетней. Колебания температур по декадам в некоторых случаях были более существенными. Отмечены более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были в I и III декаде июня (на 2,6 °С и 3,3 °С), I декаде июля (на 5,2 °С). Более низкие температуры были в I–III декаде мая (на 1,9–2,4 °С), во II декаде июля ниже средней многолетней.

Для режима осадков вегетационного периода 2022 г. были характерны существенные особенности. Количество осадков с избыточным увлажнением, сформировавшееся после таяния снега в начале апреля, в дальнейшем было обусловлено дефицитом влаги в конце июля.

Среднемесячные температуры вегетационного периода 2023 г. отмечены превышением среднемесячных температур в пределах на 2,7 °С в апреле. В мае минимальная температура (до -4 °С) наблюдалась в первой декаде. В июне среднемесячная температура была на 1,0 °С выше средней многолетней. Колебания температур по декадам так же были достаточно существенными. Более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были отмечены в I–III декаде апреля (на 3,1 °С, 3,8 °С и 1,5 °С), II декаде мая (на 2,5 °С) и II декаде июня (на 2,6 °С). Более низкие температуры были отмечены в I декаде мая – на 4,0 °С ниже средней многолетней.

Для 2023 г. были характерны засушливые условия. На 49,5, 29,9, мм осадков выпало меньше в мае, июне соответственно по сравнению со средними многолетними данными. Превышение среднеемноголетних данных на 9,7–31,9 мм отмечено в I декаде апреля и III декаде июня и июля. Существенный дефицит влаги отмечался в мае, июне и августе (на 4,8–19,4 мм меньше средней многолетней осадков выпало в I–III декадах). Колебания температур по декадам 2024 г. характеризовались той же тенденцией. Максимальная температура 31,8 °С отмечена 1 июня. Вегетационный период 2024 г. был отмечен существенными колебаниями по сравнению со средней многолетней. В 1,4, раза больше атмосферных осадков выпало в июле, на 14,9 мм меньше осадков выпало в июне по сравнению со средними многолетними.

Большая часть корневой системы земляники находится на глубине 20–25 см. В связи с этим культура требовательна к влажности почвы [13, 14, 15]. Внесение раствора минеральных удобрений в почву через систему капельного полива способствует оптимизации водного режима и минерального питания растений. Почвы открытого грунта, в отличие от химически инертных субстратов, обладают

значительной поглотительной способностью и применение раствора минеральных удобрений повышенной концентрации не вызывает угнетения и гибель растений [16, 17].

Как отмечает И. И. Козлов (2016) продуктивность земляники садовой может достигать 112 т/га. Для устойчивого производства важно наличие соответствующего сортимента земляники, который формируется на основе интродукции и комплексного изучения перспективных сортов: продуктивности, устойчивости к болезням и вредителям, технологичности возделывания, качеству и товарности ягод [18].

Урожайность садовой земляники обусловлена такими показателями, как масса ягод, количество цветочных почек, количество завязей, сформировавших плодов и др.

Поэтому на реализацию потенциала продуктивности сорта большое влияние оказывает генотип. Кроме того, реализация потенциальной продуктивности, а следовательно, и урожайности зависит от факторов: почвенного плодородия, зимостойкости, засухоустойчивости, поражения болезнями и вредителями.

В результате полученных данных отмечено, что высокая средняя продуктивность (табл.) за годы исследований сформировалась у сорта Кимберли во II варианте (мульчирование пленкой + капельный полив) – 504,28 г/куст, III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) – 571,93 г/куст и IV варианте (дождевание) – 524,09 г/куст. У сорта Азия в III и IV вариантах продуктивность составила 646,3 и 448,77 г/куст соответственно.

Продуктивность земляники садовой в зависимости от способа полива

Варианты опыта	Сорт	Средняя масса ягоды, г			Среднее за 3 года	Продуктивность, г/куста			Среднее за 3 года	В % к контролю
		2022 г.	2023 г.	2024 г.		2022 г.	2023 г.	2024 г.		
I контроль	Кимберли	13,63	19,21	15,42	16,0	319,14	425,52	297,86	347,51	–
II (мульчирование пленкой + капельный полив)		13,05	18,47	14,76	15,4	463,11	617,48	432,24	504,28	45,1
III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация)		11,77	18,19	13,98	14,6	525,24	700,32	490,22	571,93	64,6
IV (дождевание)		17,70	17,49	16,60	17,2	481,31	641,74	449,22	524,09	50,8
V (дождевание + фертигация)		15,16	18,10	15,63	16,2	395,06	526,74	368,72	430,17	23,8
I контроль	Азия	17,67	15,28	15,48	16,14	219,59	292,78	204,95	239,11	–
II (мульчирование пленкой + капельный полив)		14,59	21,70	17,15	17,81	334,15	445,53	311,87	363,85	52,2
III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация)		15,28	18,77	16,03	16,78	426,40	568,53	397,97	464,30	94,2
IV (дождевание)		14,67	16,31	14,49	15,16	412,14	549,52	384,66	448,77	87,8
V (дождевание + фертигация)		15,35	17,57	14,22	15,71	247,64	330,18	231,13	269,65	12,8
I контроль	Зенга-Зенгана	8,94	16,04	15,96	13,65	289,20	385,60	269,92	314,91	–
II (мульчирование пленкой + капельный полив)		12,35	10,20	10,28	10,94	463,56	618,08	432,66	504,77	60,3
III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация)		11,98	10,23	10,11	10,77	612,63	816,84	571,79	667,09	118,4
IV (дождевание)		12,95	11,89	11,42	12,09	472,44	629,92	440,94	514,43	63,34
V (дождевание + фертигация)		15,13	12,81	12,97	13,64	452,00	602,66	421,86	492,17	56,63
I контроль	Флоренс	16,34	19,45	16,90	17,56	262,50	350,00	245,00	285,83	–
II (мульчирование пленкой + капельный полив)		18,81	20,02	18,42	19,08	533,93	711,90	498,33	581,39	103,4
III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация)		17,50	21,22	18,36	19,03	503,01	670,68	469,48	547,72	91,6
IV (дождевание)		21,68	23,46	21,57	22,24	438,14	584,18	408,93	477,08	66,9
V (дождевание + фертигация)		19,96	18,70	18,33	18,00	386,21	514,94	360,46	420,54	47,1
I контроль	Альба	12,37	17,06	13,72	14,38	196,10	261,47	183,03	213,53	–
II (мульчирование пленкой + капельный полив)		12,74	16,29	19,89	16,31	353,89	471,85	332,40	386,05	80,8
III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация)		12,96	18,29	14,63	15,29	250,55	334,06	233,84	272,82	27,8
IV (дождевание)		13,28	15,67	13,48	14,14	324,92	433,22	303,25	353,80	65,7
V (дождевание + фертигация)		10,99	14,28	11,64	12,30	222,74	296,98	207,89	242,54	13,6
Фактор А: сорт		0,44	0,49	0,43	0,45	8,28	6,58	11,41	8,76	
НСР ₀₅ Фактор В: вариант		0,49	0,55	0,49	0,51	9,26	7,36	12,76	9,79	
АВ		0,22	0,24	0,22	0,23	4,14	3,29	5,71	4,38	

Высокой продуктивностью (667,09 г/куст) обладал сорт Зенга-Зенгана в III варианте (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация). У сортов Флоренс во II (мульчирование пленкой + капельный полив) и III вариантах (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) продуктивность составила 581,39 и 547,72 г/куст соответственно. В вариантах II (мульчирование пленкой + капельный полив) и IV (дождевание) продуктивность сорта Альба составила 386,05 и 353,80 г/куст соответственно. Относительно контроля в вариантах опыта превышение составило от 12,8 % до 118,4 %.

Минимальной продуктивностью за три года плодоношения обладали сорт Азия в вариантах (контроль) и (дождевание + фертигация), сорт Флоренс (контроль) и Альба (контроль), III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) и V (дождевание) варианты опыта.

По результатам трехлетних исследований установлено, что основная масса сортов обладала потенциальной продуктивностью от 450 до 660 г/куста, кроме сорта Альба. Наибольшая фактическая продуктивность получена у сортов в условиях 2023 г. в вариантах опыта II (мульчирование пленкой + капельный полив) и III (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация) – от 568,53 до 816,84 г/куста. Установлено, что наиболее эффективными являются варианты (мульчирование пленкой + капельный полив) и (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация). Средняя масса ягоды варьировала от 13,65 г у сорта Зенга-Зенгана (контроль) до 22,4 г у сорта Флоренс (дождевание). Наибольшая средняя масса ягоды отмечена у сорта Азия в 2023 г – 21,70 г во II варианте и у сорта Флоренс – 23,46 г (IV вариант). Разница по средней массе ягоды между сортами составила 2,06 раза, между вариантами от 1,17 раза у сорта Кимберли, Азия до 1,24 сорта Зенга-Зенгана, 1,26 – сорта Флоренс и 1,32 у сорта Альба.

Заключение

Таким образом, на основании сравнительной оценки сортов земляники садовой при выращивании с использованием различных приемов установлено, что высокая продуктивность сформирована в вариантах (мульчирование пленкой + капельный полив) и (мульчирование пленкой + капельный полив + фертигация). Относительно контрольного варианта превышение по продуктивности у сортов составило от 12,8 % до 118,4 %. Средняя масса ягоды варьировала в зависимости от сорта и способа выращивания – от 13,65 г у сорта Зенга-Зенгана до 22,4 г у сорта Флоренс. Наибольшая средняя масса ягоды получена у сорта в условиях 2023 г. во II и IV вариантах опыта. Разница по средней массе ягоды между сортами составила 2,06 раза, между вариантами от 1,17 до 1,32 раза.

Данные сорта можно рекомендовать как для промышленного ягодоводства, так и для любительского возделывания в условиях северо-востока Беларуси с использованием мульчирования пленкой и капельным поливом с фертигацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко, Л. А. Земляника садовая: оценка отечественного сортимента и направления селекции / Л. А. Марченко // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 50–60.
2. Пугачев, Р. М. Болезни земляники садовой на территории Беларуси: монография / Р. М. Пугачёв. – Горки, 2019. – 180 с.
3. Ягодные культуры в Центральном регионе России / И. В. Казаков, С. Д. Айтжанова, С. Н. Евдокименко, В. Л. Кулагина, Ф. Ф. Сазонов; под ред. академика И. В. Казакова. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2009. – 208 с.
4. Мотылева, С. М. Минеральный состав растений земляники: SEM – EDS и ВЭЖХ – анализ золы плодов / С. М. Мотылева, И. М. Куликов, Л. А. Марченко // Научные труды V Съезда физиологов СНГ, V Съезда биохимиков России. Конференции ADFLIM. – Сочи – Дагомыс, 2016. – С. 222.
5. Food and Agriculture Organization of the Nations (FAO) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций. – URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата обращения: 10.04.2025).
6. Кадырова, Д. И. Урожайность земляники садовой в зависимости от сортовых особенностей / Д. И. Кадырова, Л. В. Лящева // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 03 (157). – С. 39–45.
7. Айтжанова, С. Д. Садовая земляника / С. Д. Айтжанова, И. И. Чухляев. – Брянск, 2005. – 94 с.
8. Технологии и технические средства по выращиванию посадочного материала и закладке интенсивных насаждений плодовых, ягодных культур и винограда: методические рекомендации / И. М. Куликов [и др.]; рец.: В. И. Деменко, И. А. Успенский; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса». – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 171 с.
9. Савенок, Н. А. Выращивание земляники садовой Фриго (Frigo) в условиях Ленинградской области / Н. А. Савенок // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (66). – С. 36–45.
10. Муханин, И. В. Десертные сорта земляники – основа современных технологий промышленного производства ягод / И. В. Муханин, О. В. Жбанова // Российская школа садоводства. – 2015. – №1. – С. 25–30.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
13. Помякшева, Л. В. Эффективность фертигации с капельным поливом земляники садовой / Л. В. Помякшева, С. Н. Коновалов // Сб. н. т. ГНБС. – 2017. – Т. 144. – Ч. 2.
14. Айтжанова, С. Д. Оценка исходных форм земляники садовой по биохимическим и товарным показателям ягод / С. Д. Айтжанова, Н. В. Андропова, А. Ф. Никулин // Вестник ФГБОУ БГСХА. – 2013. – №1. – С. 18–21.
15. Марченко, Л. А. Потенциальная и фактическая продуктивность земляники в условиях засушливого вегетационного периода / Л. А. Марченко // Плодоводство и ягодоводство России, М.: ВСТИСП. – 2003. – Т. 10. – С. 117–121.
16. Помякшева, Л. В. Влияние режимов фертигации с капельным поливом на минеральное питание растений земляники садовой / Л. В. Помякшева, С. Н. Коновалов // Сборник научной конференции «Инновационные направления современной физиологии растений». – М., МГУ. – 2013. – С. 168–169.
17. Помякшева, Л. В. Режимы фертигации земляники садовой с капельным поливом в Нечерноземной зоне / Л. В. Помякшева, С. Н. Коновалов // Сб. «Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий». Волгоград, 2015. – С. 363–366.
18. Козлова, И. И. Товарные качества ягод перспективных сортов земляники / И. И. Козлов // Технологии пищевой промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. – № 3. – С. 19–25.

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИЛОГИЧЕСКИХ ИНОКУЛЯТОВ НА МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО (*PISUM SATIVUM* L.) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВАЦИИ НА ЖИДКИХ СУБСТРАТАХ

М. Д. РАКОВА, Т. И. ПЯТАКОВА

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220089, e-mail: ma.rakova@unitsky.com

И. В. НАЛЕТОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: grozer27@gmail.com

(Поступила в редакцию 18.03.2025)

Применение почвенных бактерий может существенно увеличивать урожайность целого ряда сельскохозяйственных культур, поскольку микроорганизмы более экологично воздействуют как на почву, так и на растения, обеспечивая последних необходимыми элементами питания, в частности азотом, фосфором и калием, делая их более биодоступными для растений. В результате исследований проведена комплексная морфологическая оценка реакции гороха посевного на действие агрономически ценных ризосферных микроорганизмов, выделенных из Мирового банка почв uTerra, расположенного на территории крестьянского фермерского хозяйства «Юницкого» (Минская область, Пуховичский район, Новосёлковский сельский совет). Объектом данного исследования являются микробиологические инокулянты на основе азотфиксирующих бактерий: Buh A2, Buh A21, Buh Эш, Buh Эш1, Chel A2, NH A2, NH A21, NH A22, NH A23, PLORG A2. Наилучшие показатели получены у растений, обработанных микробиологическим инокулятом, содержащим штамм NH A23: площадь корней составила 122,651 см², площадь листьев – 77,654 см², увеличение надземной части растения – на 15,5 см., масса сырая – 6,170 г, масса сухая – 2,206 г, на корнях образовались зачатки клубеньков, а также на растениях отсутствовали какие-либо повреждения насекомыми или иной природы. На основе полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что внесение бактериологических суспензий в питательный субстрат благоприятно влияет на рост и развитие растений, в частности гороха посевного. Лучшие результаты продемонстрировали бактериальные штаммы NH A2, NH A22, NH A23, применение которых ускорило наступление периода цветения и завязывания плодов у гороха посевного, а также стимулировало образование клубеньков.

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, горох посевной, ростовые показатели, сельское хозяйство, биологическая эффективность.

Using of soil bacteria can significantly increase the yield of a number of crops, since microorganisms have a more environmentally friendly effect on both soil and plants, and provide the latter with the necessary macronutrients, in particular nitrogen, phosphorus and potassium, making them more bioavailable to plants. The current study presents a comprehensive morphological assessment of the reaction of seeded peas to the action of agronomically valuable rhizosphere microorganisms isolated from the World Soil Bank uTerra, located on the territory of the Yunitskiy peasant farm (Minsk region, Pukhovichi district, Novoselkovsky village). The object of this study is microbiological inoculates based on nitrogen-fixing bacteria: Buh A2, Buh A21, Buh Esh, Buh Esh1, Chel A2, NH A2, NH A21, NH A22, NH A23, PLORG A2. The best indicators for plants treated with a microbiological inoculum containing the NH A23 strain are: root area – 122.651 cm², leaf area – 77.654 cm², an increase in the aboveground part of the plant by 15.5 cm, raw weight – 6.170 g, dry weight – 2.206 g, nodule rudiments formed on the roots, and there was no damage by insects or other nature. Based on the experimental data obtained, it can be concluded that the introduction of bacteriological suspensions into the nutrient substrate has a beneficial effect on the growth and development of plants, in particular seed peas, the best results were demonstrated by bacterial strains NH A2, NH A22, NH A23, accelerating the onset of the flowering period and fruit setting, as well as stimulating the formation of nodules.

Key words: soil microorganisms, seed peas, growth indicators, agriculture, biological efficiency.

Введение

В современном земледелии применение минеральных удобрений является важным критерием получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных растений [1–3].

На 2024 г. с белорусских химических заводов было запланировано поставить 1,6 млн т д. в. минеральных удобрений, в том числе: 703,7 тыс. т д. в. с «Гродно Азот», 139,1 тыс. т д. в. с «Гомельский химический завод» и 740 тыс. т д. в. с «Беларуськалий» [4].

Однако применение минеральных удобрений в больших объемах не только повышает урожайность сельскохозяйственных культур, но и может оказывать определенное негативное влияние на почвенное плодородие, в частности состояние микробиоценоза, включающего большое разнообразие микроорганизмов, в том числе ризосферных бактерий [5, 6].

Микроорганизмы играют важную роль в сельском хозяйстве с точки зрения обеспечения растений доступными питательными веществами, поскольку. В последние годы бактерии, стимулирующие рост растений (PGPB), широко используются в сельском хозяйстве в качестве биологических удобрений

ний [7]. Биоудобрения могут стать решением ряда проблем связанных с использованием химических удобрений за счет поддержания плодородия почвы и снижения кумулятивных рисков химических удобрений для окружающей среды [8]. PGPB – это свободноживущие штаммы бактерий, которые напрямую влияют на развитие растений и корневых систем посредством фиксации азота, растворения минералов и высвобождения многих фитогормонов [9]. Ученые во многих странах сосредоточились на стабилизации и подготовке типов бактериальных ассоциаций для улучшения общего состояния растений, роста и урожайности. Распространенные роды бактерий PGPB, используемые в сельском хозяйстве, включают *Bacillus*, *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Gluconacetobacter*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Paenobacillus* и *Lactobacillus* [5, 6, 10].

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) является ценной бобовой культурой и богатым источником белка, фенолов, танинов и флавоноидов, а также антиоксидантов [2, 11, 12]. Бобовые культуры поддерживают биоразнообразие почвы, фиксируют атмосферный азот в почве с помощью клубеньковых бактерий, извлекают питательные элементы из труднодоступных соединений, что, в конечном итоге, снижает потребность в агрохимикатах [13–17].

В настоящее время есть необходимость в продолжении и масштабировании исследований в области разработки и использования биоудобрений по воздействию бактерий PGP на рост и урожайность сельскохозяйственных культур [18].

Цель исследования – изучить биологическую эффективность перспективных почвенных штаммов микроорганизмов, выделенных из Мирового банка почв uTeга, на морфо-биологические показатели гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях культивирования на жидких субстратах.

Основная часть

Исследование проводилось в лабораторных условиях в течение месяца с использованием модифицированной среды Элліса ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 1 г/л, MgSO_4 – 5 г/л, KH_2PO_4 – 3 г/л, NH_4SO_4 – 1 г/л, хелат – 5 г/л, MnSO_4 – 0.02 г/л, CuSO_4 – 0.01 г/л, ZnSO_4 – 0.01 г/л) (из состава были исключены соли, содержащие азот).

Объектом исследования являются микробиологические инокуляты, полученные с использованием перспективных штаммов микроорганизмов, выделенных из Мирового банка почв uTeга, расположенного на территории крестьянского фермерского хозяйства «Юницкого». Сбор и пополнение Мирового банка почв ведется с 2020 г., на данный момент банк почв содержит более 105 образцов почв со всего мира. В актуальном исследовании было проанализировано 10 штаммов азотфиксаторов: Buh A2, Buh A21, Buh Эш, Buh Эш1, Chel A2, NH A2, NH A21, NH A22, NH A23, PLORG A2 (табл. 1).

Таблица 1. Список использованных штаммов микроорганизмов

Условное обозначение	Регион сбора образца
Buh A2	Румыния
Buh A21	Румыния
Buh Эш	Румыния
Buh Эш1	Румыния
Chel A2	Россия
NH A2	США
NH A21	США
NH A22	США
NH A23	США
PLORG A2	Индия

Для получения бактериальных растворов были приготовлены культуры выделенных штаммов бактерий. Для этого необходимо было инокулировать 5 мл ГРМ-бульона одиночной колонией целевого штамма, выращивать ночь на качалке при оптимальной температуре, далее необходимо перенести 1 мл ночной культуры в 250 мл питательного бульона и выращивать культуру на качалке при оптимальной температуре. После 1 мл наработанного инокулята необходимо внести в заранее подготовленные емкости со средой Элліса 300 мл.

В качестве тест-растения был выбран горох посевной, принадлежащий к семейству бобовые (*Fabaceae*). Семена были пророщены во влажной среде, образовавшиеся проростки гороха посевного были обернуты в спанбонд и помещены в подготовленные емкости с питательной средой и внесенной бактериальной суспензией. В данном лабораторном исследовании поддерживались стабильные климатические условия для выращивания растений: температурный режим +25 °С, уровень влажности 40–50 %, освещенность 4000–6000 лк.

Фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений проводили ежедневно, анализ площадей корней и листьев осуществляли при помощи специализированных программ: RhizoVision-Explorer и ImageJ соответственно [19, 20]. Полученные данные отражены в табл. 2 и табл. 3.

Таблица 2. Морфо-биологические показатели гороха посевного под воздействием бактериальных суспензий в первый и последний день эксперимента

Штамм микроорганизмов / день вегетации	Длина корня, см		Ветвление корня, число корней	Высота надземной части, см	
	1-й день	30-й день		1-й день	30-й день
Контроль	6,5	7	15	4,5	5
Buh A2	6,5	11	13	5,5	9
Buh A21	4	13,5	23	4	4,5
Buh Эш	9	12,5	34	5,5	13
Buh Эш1	10,5	11,2	4	6,5	7
Chel A2	5	7,5	22	5	6
NH A2	10	34	60	4	19
NH A21	5	6	22	6	9
NH A22	7,5	15	40	6	13
NH A23	8	10,5	62	6,5	22
PLORG A2	5	6	25	4	10

Таблица 3. Показатели продуктивности гороха посевного под воздействием бактериальных суспензий в последний день эксперимента

Штамм микроорганизмов	Масса сырая, г	Масса сухая, г	Наличие клубеньков	Площадь листьев, см ²	Площадь корней, см ²	Стадия развития растения	Повреждения листьев
Контроль	0,473	0,083	–	5,455	6,751	вегетативный рост	тля, отсохли нижние листья
Buh A2	0,533	0,128	–	6,839	8,310	вегетативный рост	отсохли нижние листья, паутинный клещ
Buh A21	0,351	0,056	–	2,283	9,481	вегетативный рост	отсохла верхняя часть листьев
Buh Эш	1,703	0,097 + 0,334 (бооб)	–	10,669	19,017	цветение на 17 день, образование плода на 21 день	отсохли нижние листья
Buh Эш1	0,260	0,029	–	1,286	2,077	вегетативный рост	растение полностью высохло
Chel A2	0,792	0,133	–	14,503	13,301	вегетативный рост	отсохли нижние листья
NH A2	3,680	0,433	+	52,882	108,552	вегетативный рост	отсохли нижние листья
NH A21	0,791	0,135	–	6,175	14,567	цветение на 17 день, плод не образовался	отсохли нижние листья
NH A22	2,915	0,178 + 0,820 (бооб)	+	46,770	82,728	цветение на 17 день, образование плода на 21 день	отсохли нижние листья
NH A23	6,170	0,531 + 1,675 (бооб)	+	77,654	122,651	цветение на 17 день, образование плода на 21 день	отсутствуют
PLORG A2	1,112	0,170	–	35,281	29,682	цветение на 30 день	отсохли нижние листья

Анализ полученных данных показывает, что растения гороха посевного, обработанного бактериальной суспензией штамма NH A2, характеризуются наибольшим приростом корня по сравнению с остальными образцами – 24 см, наименьшим приростом корня обладают контрольные растения – 0,5 см. Наибольшей разветвленностью корневой системы обладают варианты, обработанные штаммами NH A23 и NH A2 – на данных растениях образовалось 62 и 60 боковых корней соответственно. Растения, обработанные штаммом Buh Эш1, имеют меньше всего боковых корней, всего 4 боковых корня, т. к. в начале вегетации образовалось 9 корней, которые постепенно отмирали, не образуя новые. Наибольшим приростом надземной части обладали растения, в среду которых были добавлены бактериальные суспензии NH A23 и NH A2, что составляет 15,5 см и 15 см соответственно. Наименьшим приростом надземной части, равном 0,5 см, отличались растения, культивируемые со штаммами микроорганизмов Buh A21, Buh Эш1, а также контроль.

Результаты показывают, что по окончании эксперимента, наибольшей сырой и сухой массой обладали образцы гороха посевного, инокулированные бактериальным штаммом NH A23: масса сырая составила 6,170 г, масса сухая – 2,206 г. Наименьшую сырую и сухую массу имели растения из группы, обработанной штаммом Buh Эш1: масса сырая – 0,260 г, масса сухая – 0,029 г. Также стоит отметить, что на корнях растений, растущих совместно с бактериальными штаммами NH A2, NH A22, NH A23, образовались клубеньки, на растениях из других групп клубеньки не образовались. Растения, культивируемые со штаммами микроорганизмов Buh Эш1, характеризовались наименьшей площадью листьев – 1,286 см². Наибольшей площадью листьев и площадью корневой системы обладали растения, обработанные штаммом NH A23 – 77,654 см² и 122,651 см² соответственно. Растения, обработанные штаммом Buh Эш1, имели наименьшую общую площадь корней, которая составила 2,077 см². Большая часть гороха посевного по окончании эксперимента осталась на стадии вегетативного роста, в стадию плодоношения вышли растения, обработанные бактериальными суспензиями, содержащие штаммы: Buh Эш, NH A22 и NH A23.

Необходимо отметить, что наибольшую массу плода имели растения, развивающиеся на среде с внесенным штаммом NH A23 – 1,675 г. Растения гороха посевного, инокулированные штаммами NH A21 и PLORG A2, также вышли в стадию цветения на 17-й и 30-й день соответственно, но не перешли в стадию плодоношения. Важно отметить, что растения из всех групп, кроме обработанных штаммом NH A23, подверглись определенной патогенной нагрузке, в том числе на контрольных растениях в середине опыта появилась тля, которая не распространилась на соседние экспериментальные варианты. На растениях, растущих на среде со штаммом Buh A2, отмечалось появление паутинного клеща. Остальные варианты, за исключением группы, обработанной штаммом NH A23, имели некоторое количество пожелтевших и сухих листьев, что сказалось на показателях сырой массы растений.

Заключение

В результате лабораторных исследований установлено, что проанализированные штаммы микроорганизмов являются агрономически ценными, оказывающими положительное влияние на морфобиологические характеристики растений гороха посевного. Наилучшие показатели у растений гороха посевного получены в образцах, обработанных микробиологическим инокулятом, содержащим штамм NH A23: площадь корней составила 122,651 см², площадь листьев – 77,654 см², увеличение надземной части растения – на 15,5 см, масса сырая – 6,170 г, масса сухая – 2,206 г, на корнях образовались зачатки клубеньков, а также на растениях отсутствовали какие-либо повреждения насекомыми или иной природы.

Результаты исследований подтверждают необходимость проведения дальнейших работ по поиску и анализу эффективных штаммов микроорганизмов для разработки соответствующих биоудобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – М.: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
4. Сафроновская, Г. Рынок удобрений Беларуси: итоги и новые разработки / Г. Сафроновская // ГлавАгроном [Электронный ресурс]. – URL: <https://glavagronom.ru/articles/rynok-udobreniy-belarusi-itogi-i-novye-razrabotki> (дата обращения: 12.11.2024).
5. Босак, В. Н. Применение бактериальных препаратов при возделывании зернобобовых культур / В. Н. Босак // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2015. – Вып. 17. – С. 46–52.
6. Применение микробного препарата агромик при возделывании пряно-ароматических культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 117–121.
7. Jama, M. A. Farming Legumes for Food Security and Agricultural Sustainability in Somalia / M. A. Jama, A. Kaframan, A. Bayrac // Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. – 2024. – Vol. 38, No. 1. – P. 147–157.
8. Biofertilizers Improve the Plant Growth, Yield, and Mineral Concentration of Lettuce and Broccoli / D. Halil [et al.] // Agronomy. – 2023. – Vol. 13, No. 8. – P. 2031.
9. Microbial diversity of psychrotolerant bacteria isolated from Wild Flora of Andes Mountains and Patagonia of Chile towards the selection of plant growth-promoting bacterial consortia to alleviate cold stress in plants / P. Vega-Celedón [et al.] // Microorganisms. – 2021. – Vol. 9. – P. 538.
10. Enhancing plant growth promoting rhizobacterial activities through consortium exposure: A review / A. Singh [et al.] // Front. Bioeng. Biotechnol. – 2023. – Vol. 11. – P. 1099999.
11. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
12. Сачивко, Т. В. Оценка хозяйственно полезных признаков различных сортов овощного гороха / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Известия ФНЦО. – 2020. – № 3–4. – С. 85–91.
13. Босак, В. Н. Особенности биологической азотфиксации в земледелии Республики Беларусь / В. Н. Босак // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2014. – Вып. 16. – С. 71–80.
14. Босак, В. Н. Симбиотическая азотфиксация в посевах зернобобовых культур / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова, О. Н. Минюк // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 5. – С. 28–30.
15. Посыпанов, Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка / Г. С. Посыпанов. – М.: Инфра-М, 2017. – 251 с.
16. Продуктивность и азотфиксирующая способность бобовых овощных культур / В. Босак, О. Минюк, В. Скорина, Т. Колоскова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 22–24.
17. Legumes in Cropping Systems: A Way Toward Agricultural Sustainability and Diversification / S. Kumar [et al.] // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2024. – Vol. 55. – P. 596–608.
18. Responses of Pea (*Pisum sativum* L.) to Single and Consortium Bio-Fertilizers in Clay and Newly Reclaimed Soils / G. A.-E. Mahmoud [et al.] // Plants. – 2023. – Vol. 12. – P. 3931.
19. RhizoVision Explorer: Open-source software for root image analysis and measurement standardization / A. Seethapalli [et al.] // AoB Plants. – 2021. – Vol. 13, No. 6. – P. 1–14.
20. Schneider, C. A. NIH image to imagej: 25 years of image analysis / C. A. Schneider, W. S. Rasband, K. W. Eliceiri // Nature Methods. – 2012. – Vol. 9. – P. 671–675.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ДАЙКОНА ПО УРОЖАЙНОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

В. В. СКОРИНА, ДЭН ЖУЦЗЕ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: skorina@list.ru*

(Поступила в редакцию 20.03.2025)

В статье представлены результаты по оценке интродуцированных в условиях северо-восточной части Беларуси сортов дайкона. Исследования проводились в 2022–2024 гг. на опытном поле кафедры плодовоовощеводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Интродуцированные сорта оценивались по основным хозяйственно ценным признакам: длина, диаметр, масса корнеплода и урожайность. Климатические условия северо-восточной части Беларуси, в которых проводились исследования по изучению сортов дайкона, характеризуются умеренно теплым летом и сравнительно холодной зимой, что позволило выявить различия среди сортов по изучаемым признакам.

Среди сортов дайкона в годы исследований выявлены сорта, различающиеся между собой по длине и диаметру корнеплода, их массе и урожайности. Наименьшая длина корнеплода отмечена у сорта Лу Тошцин – 4,5 см, наибольшая у сорта Байючунь – 50,5 см. Выделены сортообразцы с наибольшим диаметром корнеплода: Сердце Подмосковья, Хунхуаюйцуй, Чунлиган, Байючунь, Ханьцзян Сюэлян, Фэнцян, Красный Подмосковский, Чунбайю, Дуанье 13, Чунбулао Цзюцзиньван. Наибольшая масса корнеплода отмечена у сортов Московский белый, Чжэцзян Дачанг, Хунхуаюйцуй, Да Хунфэн, Фэнцян. На основании полученных данных, проведена градация сортов по урожайности. Из общего количества образцов 28,0 % имели урожайность 25,0–35,0 т/га, 24,0 % – 31,5–55,0 т/га, 1,0 % – 55,1–75,0 т/га и 17,0 % более 75,0 т/га.

Установлено, что в зависимости от условий выращивания и сорта наблюдается сортоспецифичность как по биометрическим параметрам, так и урожайности. Выделены сорта дайкон, с высокой и стабильной урожайностью: Московский белый, Чунбайю, Чунбулао, Цзюцзиньван, Мал, Чжэцзян Дачанг, Гуань Ши Чуньцзе, Ман Танхонг, Гуань Ши, Да Хунфэн, Сюэлян, Санчибай, Фэнцян, Саша, Гастинец.

Ключевые слова: дайкон, сорт, интродукция, признак, корнеплод, длина, диаметр, масса.

The article presents the results of the evaluation of daikon varieties introduced in the conditions of the north-eastern part of Belarus. The studies were conducted in 2022–2024 in the experimental field of the Department of Fruit and Vegetable Growing of the Belarusian State Agricultural Academy. The introduced varieties were evaluated according to the main economically valuable characteristics: length, diameter, weight of the root crop and yield. The climatic conditions of the north-eastern part of Belarus, in which the studies of daikon varieties were conducted, are characterized by moderately warm summers and relatively cold winters, which made it possible to identify differences among the varieties according to the studied characteristics. Among the daikon varieties, varieties were identified during the years of research that differed from each other in the length and diameter of the root crop, their weight and yield. The shortest root crop length was noted in the Lu Toiqing variety – 4.5 cm, the largest in the Baiyuchun variety – 50.5 cm. The varieties with the largest root crop diameter were identified: Serdtse Podmoskovya, Honghuayucui, Chunligang, Baiyuchun, Hanjiang Xuelian, Fengqiang, Krasny Podmoskovny, Chunbaiyu, Duanye 13, Chunbulao Jiujiwang. The largest root crop weight was noted in the varieties Moskovsky Bely, Zhijiang Dachang, Honghuayucui, Da Hongfeng, Fengqiang. Based on the data obtained, the varieties were graded by yield. Of the total number of samples, 28.0% had a yield of 25.0–35.0 t/ha, 24.0 % – 31.5–55.0 t/ha, 1.0 % – 55.1–75.0 t/ha and 17.0 % over 75.0 t/ha. It was found that, depending on the growing conditions and variety, variety specificity is observed both in biometric parameters and yield. The following daikon varieties with high and stable yield were identified: Moskovsky Bely, Chunbaiyu, Chunbulao, Jiujiwang, Mal, Zhijiang Dachang, Guan Shi Chunjie, Man Tanhong, Guan Shi, Da Hongfeng, Xuelian, Sanchibai, Fengqiang, Sasha, Gastinets.

Key words: daikon, variety, introduction, feature, root crop, length, diameter, weight.

Введение

Про необходимость мобилизации всего разнообразия культурных растений (сорт народной селекции, стародавних местных сортов, дикорастущих видов) было известно еще в VIII ст. По мнению De Candolle A. [1], растительный мир является биологической средой существования человека, с которой он получает продукты питания и сырье для промышленности.

Интродукция новых перспективных овощных культур приобретает важное значение для расширения ассортимента и пополнения пищевого рациона населения экологически чистой продукцией.

Интродукция «introduction» означает «введение», в данном случае – «введение растений в культуру». Традиционно это понятие называется «интродукция растений». Как отмечает Ю. Н. Карпун (2004) [2], интродукция растений – это целеустремленная деятельность человека по введению в культуру растений. Следовательно, интродукция растений представляет собой процесс, причем процесс неограниченный во времени и ограниченный в пространстве.

Одной из таких культур является дайкон (*Raphanus sativus*, L. var. *longipinnatus*). Дайкон был введен в Японии, где за основу был взят китайский корнеплод под названием «лоба». Перевод японского названия – «большой корень». Индийское название – «мули». В литературе встречаются различные варианты русских названий: «сладкая редька», «белый редис».

В состав дайкона входит большое количество клетчатки, витамины С, А, В, Н, РР, минеральные вещества (калий, фосфор, кальций, сера, железо, медь, йод и др.), изородановая кислота, а также особый фермент, способствующий перевариванию крахмалистых продуктов и других ценных химических соединений [3].

Культура обладает высокой урожайностью и сравнительно небольшим вегетационным периодом. Для возделывания различных видов овощных культур, в том числе и дайкона большое значение имеет интродукция сортов культуры [4, 5, 6].

Исследованиями ряда авторов установлено, что дайкон обладает устойчивостью к загрязнению тяжелыми металлами и радионуклидами [7–10].

Отмечено, что тяжелые металлы не только не накапливались в корнеплодах дайкона, но стимулировали развитие растений, увеличивая урожайность корнеплодов до 50 % [9].

Существенное влияние на получение полноценных корнеплодов дайкона оказывает фотопериодическая реакция растения. Установлено, что для увеличения выхода товарной продукции и уменьшения количества растений, переходящих к репродуктивной фазе развития, необходимо выявить оптимальные сроки и схемы посева семян, изучить влияние регуляторов роста на развитие растений и вступление их в генеративную фазу [11–16].

Известно, что успешная географическая интродукция растений возможна лишь при благоприятном сочетании основных факторов, оказывающих влияние на развитие и урожайность (климат, почва, долгота дня, продолжительность вегетационного периода и проч.) культурного растения.

Увеличенный световой день вызывает цветущность дайкона при раннем посеве [17].

Данные исследований показывают, что период вегетации в 72–75 суток является достаточным для формирования полноценного корнеплода. Все изучаемые сорта при посеве во II декаде июля сформировали корнеплоды и имели различия по биометрическим показателям: число листьев, их размер и урожайности [18].

Окраска корнеплодов преимущественно белая, но в последние годы появились гибриды, корнеплоды которых в верхней части светло-зеленые [19, 20].

Дайкон в последние годы в Беларуси приобретает все большую популярность.

В связи с этим целью исследований являлась оценка интродуцированных сортов дайкона по основным хозяйственно ценным признакам и выделение перспективных для селекции дайкона и возделывания в условиях Беларуси.

Основная часть

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства Белорусская государственная сельскохозяйственная академия в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Объектами исследований являлись сортообразцы дайкона (29 шт.), интродуцированные из Китая, а также сорта белорусской и российской селекции.

Опыты были заложены с соблюдением агротехнических требований по уходу за растениями в течение всего периода наблюдений. В результате проведения исследований проводили фенологические наблюдения, морфологическое описание растений. Повторность опытов трехкратная, размещение делянок рандомизированное [21, 22].

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б. А. Доспехову [22] на ПЭВМ IBM PC/AT с использованием пакета прикладных программ Биостат, Microsoft Excel 7.0.

Посев сортообразцов дайкона в 2022 г. проводили 16 июля, в 2023 г. – 19 и 2024 г. – 22 июля. Начало технической спелости в зависимости от года наступало с 27 сентября по 09 октября.

Температурный режим Беларуси характеризуется постепенным понижением температуры воздуха с юго-запада на северо-восток. В республике среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах 4,5–7,5 °С. Сумма активных температур за период вегетации растений составляет от 2000 до 2600 °С.

Климат Могилевской области умеренно-континентальный. Область считается зоной оптимального увлажнения. Гидротермический коэффициент равен 1,6. В среднем за год выпадает 560 мм осадков. Относительная влажность воздуха в среднем за год составляет 72 %, а среднесуточная температура воздуха в летние месяцы – +15–18 °С [24].

Период с положительной среднесуточной температурой воздуха длится 225–230 дней. Продолжительность периода с температурой выше 10 °С составляет около 135–140 дней. Заморозки прекращаются в I декаде мая, а начинаются в конце сентября.

Сложившиеся метеорологические условия 2022–2024 гг. различались по температурному фону и количеству выпавших осадков в период проведения исследований, что позволило дать объективную оценку коллекционным сортам дайкона по изучаемым признакам.

Изучаемые сорта дайкона (таблица) различались между собой как по длине, диаметру и массе корнеплода так и урожайности. Окраска корнеплодов у сортов дайкона варьировала от белой до светло-зеленой с белой у основания, красной, зеленой, бело-розовой розовой.

Длина корнеплода у некоторых сортов при соответствующих условиях может достигать 1 м, диаметр – от 2 до 25 см, в зависимости от сорта. По размеру корнеплода установлены различия в зависимости от образца и года выращивания. В исследованиях, в среднем за три года наименьшая длина корнеплода отмечена у образца 520, сортов Ман Танхонг, Гуань Ши Цуй Цин, Гастинец и Саша – от 8,3 до 9,7 см. Разница между образцами по длине корнеплода в среднем за три года составила 4,54 раза.

Основные биометрические показатели и урожайность сортов дайкона

Сорт	Длина корнеплода, см	Диаметр корнепло- да, см	Урожайность, т/га				Масса корнеплода, г			Среднее
			2022 г.	2023 г.	2024 г	среднее	2022	2023	2024	
520	8,74	6,13	16,05	31,30	17,66	21,67	200,67	391,3	220,73	270,90
Сердце Подмос- ковья	11,3	12,33	35,68	62,61	46,56	48,28	441,13	782,60	602,0	608,58
Красный Подмосковный	10,2	10,21	46,49	71,44	58,60	58,84	560,53	892,97	732,43	728,64
Московский белый	20,28	8,61	71,67	83,48	91,30	82,15	864,10	1 043,47	1 124,7	1 010,70
Чунбайю	17,7	10,44	58,60	64,21	63,41	62,07	732,43	802,67	792,63	775,91
Дуанье 13	15,54	9,45	44,27	46,56	71,44	54,09	533,93	581,93	892,97	669,61
DF Биочун	13,96	8,01	62,61	43,34	72,24	59,39	782,60	541,80	903,0	742,47
Цзиньша Нань- пань чжоу	16,29	8,34	48,16	32,11	56,99	45,75	602,0	401,33	712,37	571,90
Чунбулао Цзюэцинъван	13,82	7,58	26,49	41,74	31,30	33,17	331,10	521,73	391,30	414,71
Мал	10,73	10,03	52,17	49,76	44,65	48,86	652,17	622,07	561,87	612,04
Чунбао	16,57	10,20	46,56	37,72	61,80	48,69	581,93	471,57	772,57	608,69
Чжэцзян Дачанг	17,53	8,41	68,9	79,46	87,14	78,5	831,10	993,30	1 064,20	962,87
Сякан 40	18,37	6,48	24,08	45,75	25,68	31,83	301,0	571,90	321,07	397,99
Гуань Ши Чуньцзе	16,94	7,30	52,33	59,40	64,97	58,9	648,13	742,47	803,43	731,34
Да Хонгпао	12,93	8,83	48,19	64,21	41,74	51,38	580,93	802,67	521,73	635,11
Лу Тоичин	11,43	6,95	50,03	73,04	54,58	59,21	601,67	913,03	682,27	732,32
Ман Танхонг	8,3	8,76	28,20	33,71	31,30	31,07	340,47	421,40	391,30	384,39
Гуань Ши Цуй Цин	10,7	6,67	28,17	34,04	35,53	32,58	340,0	421,4	429,0	396,80
Дэгаоцин	17,28	7,18	42,54	52,97	57,79	51,1	531,77	662,20	772,0	655,32
Хунхуаюйцуй	16,20	9,64	69,03	68,23	77,06	71,44	862,87	852,83	963,20	892,97
Да Хунфэн	12,13	8,60	20,07	25,68	24,88	23,54	250,83	321,07	311,03	294,31
Чунлиган	12,46	7,75	25,68	27,29	28,90	27,29	321,07	341,13	361,20	341,13
Байючунь	22,9	9,27	82,68	96,32	125,22	101,40	1033,43	1204,0	1565,20	1 267,54
Ханьцзян Сюэлянь	19,53	7,99	77,86	88,29	77,06	81,07	973,23	1103,67	963,20	1 013,37
Кесинтия	11,85	7,72	49,76	30,50	28,09	36,11	622,07	381,27	351,17	451,50
Санчибай	21,41	7,92	54,58	69,83	56,99	60,46	622,07	381,27	351,17	451,50
Фэнцян	14,80	10,11	73,84	82,68	85,88	80,8	923,07	1033,43	1073,57	1 010,02
Саша	10,3	9,78	21,55	23,40	24,08	23,01	269,37	292,50	301,00	287,62
Гастинец (кон- троль)	9,6	6,43	25,58	29,42	28,74	27,91	316,05	367,55	359,20	347,60
НСР ₀₅			2,522	3,287	3,486		30,887	40,181	43,054	

По диаметру корнеплода между образцами выявлены достоверные различия. Высоким показателем данного признака обладали сорта Сердце Подмосковья (14,2 см), Красный Подмосковный (13,3 см), Чунбайю (15,81 см), Дуанье 13 (11,84 см), Чунбао (15,81 см).

Масса дайкона в фазе хозяйственной спелости по разным данным составляет 1,0 –1,5 кг, а у некоторых сортов до 16 кг.

Между образцами по массе корнеплода отмечались различия. Минимальная масса корнеплода отмечалась у сортов Да Хунфэн (294,31 г), Чунлиган (341,13), Сякан 40 (397,99 г), Гуань Ши Цуй Цин

(396,80 г), и др., максимальная у Байючунь (1267,54 г), Ханьцзян Сюэлянь (1103,67), Московский белый (1010,70 г), Чжэцзян Дачанг (962,87 г). Разница по массе корнеплода составила 3,15 раза.

Урожайность культуры дайкона по годам также различалась. В условиях 2022 г. наименьшая урожайность получена у образца 520 (16,05 т/га), сортов Чунбулао Цзюцзиньван (26,49 т/га), Сякан 40 (24,08 т/га), Ман Танхонг (28,20 т/га), Гуань Ши Цуй Цин (28,17 т/га), Да Хунфэн (20,07 т/га), Саша (21,55 т/га). Высоким значением признака «урожайность» характеризовались сорта Московский белый, Лу Тоицин, Хунхуаюйцуй, Байючунь, Фэнцян – 71,67–96,32 т/га. В условиях 2023 г. сорта Московский белый, Дуанье 13, DF Биючун, Чжэцзян Дачанг, Гуань Ши Чуньцзе, Хунхуаюйцуй, Байючунь, Ханьцзян, Сюэлянь Фэнцян характеризовались наибольшей урожайностью – от 64,21 до 96,32 т/га. У сорта Байючунь урожайность составила 96,32 т/га. Разница между минимальным и максимальным значением составила 4,11 раза.

В 2024 г. у образца 520 урожайность составила 17,66 т/га, у сорта Байчунь – 125,22 т/га. Относительно контроля превышение у данного сорта составило 435,6%. Ниже контроля урожайность отмечена у сортов Саша, Кесинтия, Да Хунфэн, Сякан 40, образец 520.

В среднем за 2022–2024 гг. исследований по урожайности выделены сорта Сердце Подмосковья, Подмосковский Московский белый, Чунбайю, DF Биючун, Чунбао, Чжэцзян Дачанг, Гуань Ши Чуньцзе, Лу Тоицин, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян. Относительно контроля превышение у интродуцированных сортов составило от 72,9 % у сорта Сердце Подмосковья до 363,3 % у сорта Байючунь.

На основании полученных данных, при делении сортов дайкона на градации по урожайности (рис.) следует отметить, что из общего количества образцов 8 сортов (28,0 %) имели урожайность 25,0–35,0 т/га, 7 (24,0 %) – 35,1–55,0 т/га, 9 (31,0 %) – 55,1–75,0 т/га и 5 сортов (17,0 %) более 75,0 т/га.

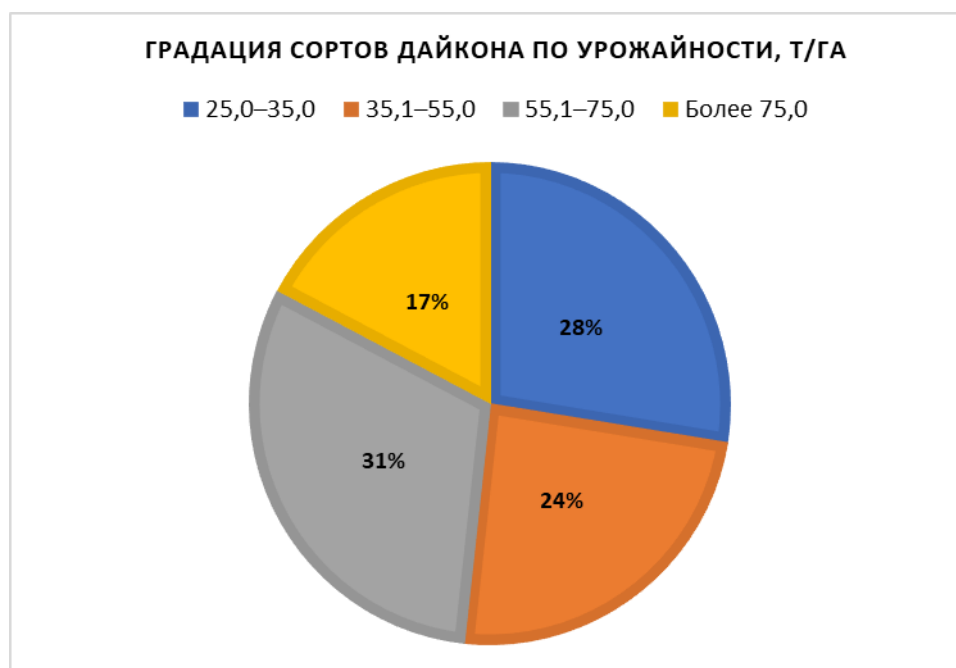


Рис. Градация сортов дайкона по урожайности, т/га

К группе с урожайностью от 55,1–75,0 т/га относится более трети сортов дайкона. На долю сортов с урожайностью более 75,0 т/га – 17,0 %. Сорта с урожайностью от 25,0 до 55,0 т/га составляют более 52,0 %.

Таким образом, установлено, что в зависимости от условий выращивания и сорта наблюдается сортоспецифичность как по биометрическим параметрам, так и по урожайности. Сорта характеризуются по основным биометрическим параметрам корнеплодов и имеют значительные различия по урожайности и массе корнеплода.

Заключение

В результате анализа полученных данных при оценке интродуцированных сортов дайкона установлено, что средняя длина корнеплода в зависимости от сорта составила 8,3–22,9 см, диаметр – 6,12–12,33 см. Максимальная длина корнеплода отмечена у сортов Московский белый, Байючунь,

Санчибай, диаметр у Сердце Подмоскoвья, Чунбайю, Мал, Чунбао. Наименьшая масса корнеплода получена у образца 520 – 270,90 г, максимальная у сорта Байючунь – 1 267,54 г.

В среднем за 2022–2024 гг. исследований по урожайности выделились сорта Подмоскoвный, Москoвский белый, Чунбайю, DF Биючун, Чунбао, Чжзцзян Дачанг, Гуань Ши Чуньцзе, Лу Тоицин, Байючунь, Ханьцзян Сюэлянь, Фэнцян. Относительно контроля превышение у интродуцированных сортов составило от 72,9 % у сорта Сердце Подмоскoвья до 363,3% у сорта Байючунь. Из четырех выделенных групп сорта с урожайностью от 25,0 до 55,0 т/га составляют более половины – 52,0 %. В селекционной работе представляют сорта, обладающие высокой урожайностью и сорта со стабильной урожайностью Москoвский белый, Чунбайю, Чунбулао, Цзюцзиньван, Мал, Чжзцзян Дачанг, Гуань Ши Чуньцзе, Ман Танхонг, Гуань Ши, Цуй ЦинДэгаоцин, Хунхуаюйцуй, Да Хунфэн, Ханьцзян, Сюэлянь, Санчибай, Фэнцян, Саша, Гастинец.

ЛИТЕРАТУРА

1. De Candolle A. Origine des Plantes Cultivees/ A. De Candolle. – Paris: Germer Bailiere. – 1882. – P. 7–13.
2. Карпун, Ю. Н. Основы интродукции растений / Ю. Н. Карпун // Hortus botanicus. – 2004. – № 2. – P. 17–32.
3. Старцев, В. И. Интродукция пополняет сортимент овощных культур / В. И. Старцев, В. К. Гинс, П.Ф. Кононков // Картофель и овощи. – 2000. – №3. – С. 24.
4. Постоева, М. Н. Получение исходного материала для селекции лобы (Convar. lobo Sazón, et Stankev.) и усовершенствование способов семеноводства в условиях Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Постоева Марина Николаевна. – М., 2007. – 23 с.
5. Бунин, М. С. Интродукция дайкона в Нечерноземье / М. С. Бунин, С. М. Сычëв // Картофель и овощи. – 1994. – №3. – С. 24–26.
6. Бунин, С. М. Дайкон – качественно новый для России овощ / С. М. Бунин // Картофель и овощи. – 1992. – № 5–6. – С. 10–14.
7. Шестакова, Е. В. Интродукция дайкона в условиях Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Е. В. Шестакова – М.: Типография изд-ва МСХА им. Тимирязева, 1995. – 24 с.
8. Методические указания по технологиям производства семян дайкона и салатной репы – кокабу в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации / М. С. Бунин, В. И. Старцев, А. В. Дураков [и др.] – М.: ЦНТИ, 1995. – С. 3–16.
9. Кононков, П. Ф. Продуктивность и биохимический состав растений дайкона при интродукции / П. Ф. Кононков, В. К. Гинс, Г. Г. Вендило // Сельскохозяйственная биология. – 1996. – № 5. – С. 61–71.
10. Сычев, С. М. Разработка элементов сортовой технологии дайкона при интродукции в Юго-Западной части Нечерноземья; автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / С. М. Сычëв. – М.: Типография изд-ва МСХА им. Тимирязева, 1996. – 21 с.
11. Гинс, М. С. Влияние амарантина на взаимоотношение в системе томаты – галловая нематода / М. С. Гинс // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: труды V Междунар. Симпозиума. – М: Пущино, 2003. – Т. 1.– С. 49–51.
12. Воскресенская, Н. П. Фотосинтез и спектральный состав света / Н. П. Воскресенская. – М.: Наука, 1965. – 312 с.
13. Совместное действие красного и синего света на показатели фотосинтетической активности листа ячменя / Н. П. Воскресенская, А. В. Кумаков, Н. Г. Бухов [и др.] // Физиология растений. – 1985. –Т. 32. – Вып. 4. – С. 643.
14. Протасова, Н. Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений / Н. Н. Протасова // Физиология растений. – Т. 34, вып.4. – 1987. – С. 812–822.
15. Дроздова, И. С. Совместное действие фоторегуляторных реакций, вызываемых красным и синим светом, на фотосинтез и морфогенез растений редиса / И. С. Дроздова, В. В. Бондарь, Н. П. Воскресенская // Физиология растений. – 1987. – Т. 34, вып. 4. – С. 786–794.
16. Биохимический состав и антиоксидантные свойства интродуцированных овощных растений / М. С. Гинс., Е. Л. Лозовская, В. К. Гинс, П. Ф. Кононков, Т. В. Ткачева // Доклады Россельхозакадемии. – 2000. – № 3. – С. 14–15.
17. Вавилов, Н. И. Происхождение и география культурных растений / Н. И. Вавилов. – Л.: Наука, 1987. – 447 с.
18. Швирст, Е. П. Особенности интродукции дайкона в условиях Магаданской области / Е. П. Швирст // Овощи России. – 2010. – № 3 (9). – С. 30–31.
19. Бунин, М. С. Дайкон – качественно новый для России овощ / М. С. Бунин // Картофель и овощи. – 1992. – №5-6. – С. 10–14.
20. Павлов, Л. В. Стандарт на дайкон свежий /Л. В.Павлов, А. П. Штыхно // Картофель и овощи. – 2000. – С. 25.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
22. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов; Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М.: ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства, 2011. – 648 с.

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИБРИДОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ЛОБУЛЯРИИ ПРИМОРСКОЙ (*LOBULARIA MARITIMA* L.): ТИПЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕНОТИПОВ

И. В. НАЛЕТОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: grozer27@gmail.com

В. С. ЗАЯЦ

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220089, e-mail: v.zayats@unitsky.com

(Поступила в редакцию 20.03.2025)

Лобулярия приморская (*Lobularia maritima* L.), или алиссум белый, относится к перспективным растениям, которые могут быть рекомендованы для использования в декоративном садоводстве и садово-парковом строительстве, а также в качестве нетрадиционной эфирно-масличной культуры. В результате полевых и лабораторных исследований изучены основные биометрические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской (алиссума белого) и их наследственные характеристики. В опытах оценены такие ключевые морфологические параметры, как высота растения, количество цветков и размеры листьев лобулярии приморской, что позволяет установить влияние генетических факторов на фенотипические проявления. Анализ типов наследственности и изменчивости генотипов позволяет выявить закономерности, определяющие вариативность признаков у гибридов лобулярии приморской. Исследование включает в себя сравнение различных линий, что способствует пониманию механизмов наследования и адаптации растений к условиям окружающей среды. В результате исследований установлено, что гибриды второго поколения лобулярии приморской обладают значительной изменчивостью, что открывает перспективы для дальнейшей селекции данной культуры. Это может быть связано с рекомбинацией генов, действием модификационных факторов или взаимодействием генов. Гибридизация привела к улучшению некоторых показателей, в частности, к увеличению содержания эфирных масел по сравнению с родительскими линиями. Линии MARF18-21 и MARF18-21(1) выделяются более длительным периодом цветения, что также может представлять интерес для селекции. В дальнейшем это может привести к созданию новых сортов лобулярии приморской с улучшенными хозяйственно полезными признаками и повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

Ключевые слова: лобулярия приморская, селекция, колхицин, биометрические показатели, наследственность, изменчивость.

Lobularia maritima L., or white alyssum, is a promising plant that can be recommended for use in ornamental gardening and landscape gardening, as well as an unconventional essential oil crop. As a result of field and laboratory studies, the main biometric indicators of second-generation hybrids of *Lobularia maritima* (white alyssum) and their hereditary characteristics were studied. In the experiments, such key morphological parameters as plant height, number of flowers and leaf sizes of *Lobularia maritima* were estimated, which allows us to establish the influence of genetic factors on phenotypic manifestations. Analysis of the types of heredity and variability of genotypes allows us to identify patterns that determine the variability of traits in *Lobularia maritima* hybrids. The study includes a comparison of different lines, which helps to understand the mechanisms of inheritance and adaptation of plants to environmental conditions. The studies have shown that the second-generation hybrids of *Lobularia maritima* have significant variability, which opens up prospects for further selection of this crop. This may be due to gene recombination, the action of modification factors, or gene interaction. Hybridization has improved some parameters, in particular, increased essential oil content compared to the parental lines. The MARF18-21 and MARF18-21(1) lines have a longer flowering period, which may also be of interest for selection. In the future, this may lead to the creation of new varieties of *Lobularia maritima* with improved economically useful traits and increased resistance to biotic and abiotic stress factors.

Key words: *Lobularia maritima*, selection, colchicine, biometric parameters, heredity, variability.

Введение

Алиссум белый или Лобулярия приморская (*Lobularia maritima* L.) Desv.) относится к роду бурачков (*Alyssum* L.) семейства капустных или крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.) [1, 2]. В последние годы растение набирает особую популярность в декоративном садоводстве и озеленении городов, парков и усадеб [3–7]. На территории современной Европы это растение используется повсеместно и имеет ряд дикорастущих форм.

В высоту растение имеет до 45 см роста, обширное ветвление стеблей, достигающее от 20 до 90 цветоносных стеблей. Соцветие – кисть, в частности кисть имеет неравномерное цветение, на протяжении всей вегетации растение образует у вершины соцветия новые цветы, а нижние цветы отцветают и формируют плоды. Таким образом растение не прекращает цвести в течение всего года.

Из хозяйственно полезных свойств стоит также отметить высокое содержание фосфолипидов в пыльце и высокую медоносность растений, по некоторым источникам с одного метра квадратного можно получить до 5 г меда в сутки.

Наши исследования направлены на получение нового сорта *Lobularia maritima*, используемого для озеленения и декоративного садоводства. Для этого в 2021 г. была создана коллекция из различных сортов и сортообразцов, а также дикорастущих растений. На протяжении 3 лет велись исследования по изучению фенотипов растений.

В 2022 г. были получены первые гибриды и пересеяны на следующий год. Во время гибридизации проведена оценка формирования плодов. В 2023 г. семена гибридов первого поколения пересеяны для изучения фенотипов растений, а в 2024 г. были получены гибриды второго поколения, которые прошли аналитическое изучение биометрических показателей на сравнение с исходными коллекционными растениями и гибридами первого поколения.

Цель исследования – изучить основные биометрические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской.

Основная часть

Для выращивания растений лобулярии приморской были использованы делянки 1 м², на которых располагались по 10 растений. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. При возделывании лобулярии приморской в почву вносили минеральные удобрения (мг/кг почвы): N₉₀P₁₂₀K₁₂₀Mg₂₀Ca₁₀Fe⁺³Al_{0,5}S₅Cl₅. Азот применяли в виде двух подкормок по 20 мг/кг почвы, основное внесение азота было в момент высадки растений.

Сорта растений проращивали в изолированной среде по технологии *in vitro*, одно растение подвергали микроклонированию до 15 эксплантов, с последующим переносом *ex vitro* и культивированием в лабораторных условиях.

При цветении у растений извлекали пыльники до их открытия и переносились в питательную среду с повышенным содержанием моносахаридов. Также были изготовлены экстракты из рылец пестика и добавлены через холодную фильтрацию в остывающие пестельные среды.

После получения роста пыльников добивались роста каллуса до 3 см и переводили на другую питательную среду с добавлением колхицина для удвоения числа хромосом. После каллусы переводили на особую питательную среду с целью получения эксплантов.

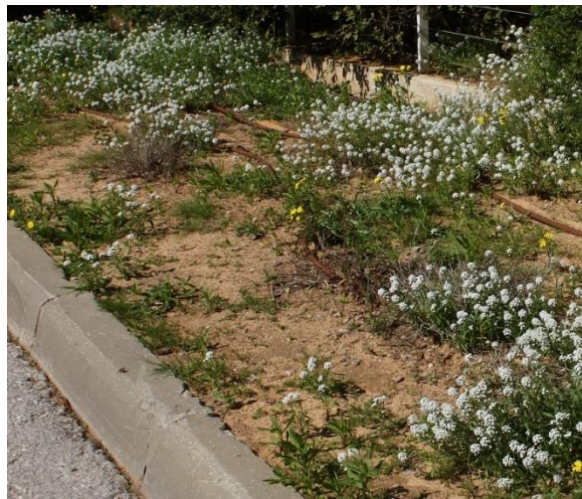
Полученные экспланты черенковали до 15 растений и в последствии переносили в условия *ex vitro* в лабораторных условиях для адаптации и последующего переноса в полевые условия после адаптации.

У гибридов и сортообразцов изолировали отдельные цветоносы таким образом, чтобы устранить переопыленные.

Для селекции были использованы дикорастущие растения *Lobularia maritima* с желтыми соцветиями, до 30 цветоносных ветвей (рис. 1а) и растения дикого типа, но имеющие белые соцветия и количество ветвей с цветоносами до 80 шт. (рис. 1б).



а) Общий вид растения дикорастущего



б) Белые растения дикорастущие

Рис. 1. Общий вид дикорастущего растения лобулярии приморской

Растения *Lobularia maritima*, произрастающие в естественных условиях, обладали более устойчивым генотипом к ряду патогенов, особенно к фузариозным увяданиям. Фузариоз поражает эти растения достаточно активно, так как стебли с цветоносами прижимаются достаточно близко к почве, а ветви создают теплые и влажные условия для гриба.

Желто-цветковые растения выступали в роли материнского организма, а белоцветковые – как отцовское растение; затем было проведено реципрокное сращивание: гибриды F_1 скрестили с обоими родительскими формами. В первом поколении все растения были бледно-желтого цвета ($A_1a_1A_2a_2$), куст – стандартного диаметра до 30 см; в высоту гибриды достигали до 25 см. По наследованию фенотипов и окраски лепестков растений можно предположить об полимерном взаимодействии генов, где ген, обозначенный как доминантный (A), добавляет более желтый цвет: чем выше их численность, тем желтее растения, (a) – добавляет белый цвет (рис. 2).

Количество цветоносных побегов на растении наследуется по комплементарному взаимодействию генов, а именно большее количество ветвлений – доминантное наследование признаков, а меньшее – рецессивное. При этом, чтобы удостовериться в правильном распределении генов, нами были проведены анализирующие скрещивания, которые доказывали статистически распределение фенотипа.

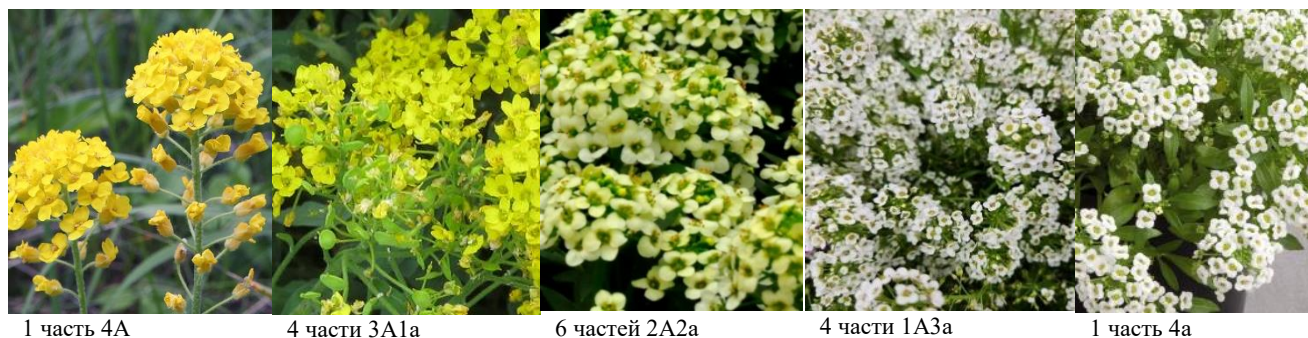


Рис. 2. Фенотипические признаки наследования полимерного взаимодействия у гибридов второго поколения лобулярии приморской

Помимо наследования цветками белой и желтой окраски, растения повсеместно встречаются с красным и фиолетовым окрасом, данный цвет регулируется скоростью образования антоцианов в лепестках. Проявление антоцианов возможно было только у гетерозигот и рецессивных гомозигот по белому цвету. Желтые растения оставались своего цвета (рис. 3).

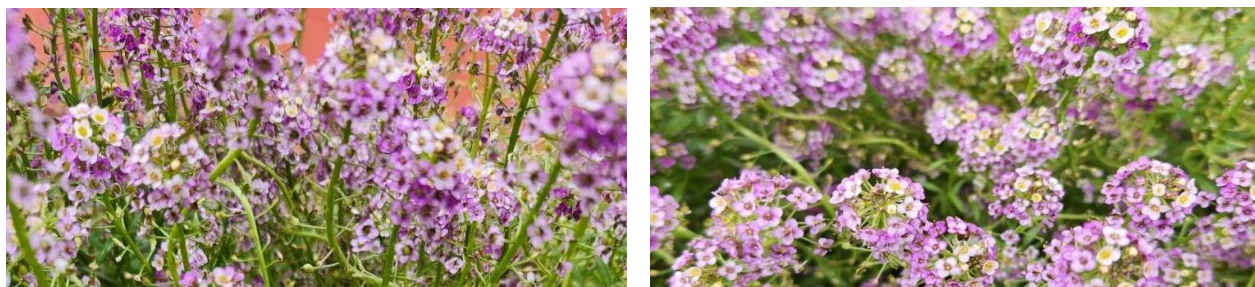


Рис. 3. Гибриды первого поколения лобулярии приморской с антоциновой окраской соцветий

Основная селекция лобулярии велась на декоративную способность. Были выделены во втором поколении растения, имеющие только белый цвет лепестков без антоциана. Такие растения изучили на предмет передачи признаков от родительских растений гибридам первого и второго поколения, высоты растения, диаметра куста и соцветия, количество цветов и т. д. (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид гибридов второго поколения лобулярии приморской с лучшими признаками декоративности

Для оценки полученных гибридов использовались биометрические показатели роста и развития растений в табл. 1.

Размеры растений гибридов второго поколения варьировали от 20,5 см до 17,3 см, их следует использовать как для усиления декоративных свойств растений, так и для бордюров при озеленении клумб. Радиус составляет от 54,1 см до 16,5 см.

Таблица 1. Биометрические показатели родительских растений, гибридов первого и второго поколения

Растения	Растение			Цветок			
	высота, см	радиус, Ø см	количество ветвей, шт.	радиус соцветия, Ø мм	радиус цветка, Ø мм	радиус лепестка, Ø мм	длина цветоножки, мм
MARE♀	21,4	40,6	89	15,4	4,1	0,32	11,4
MARW♂	37,5	57,8	78	16,7	3,7	0,27	8,6
MARF1♂♀	24,2	20,9	80	16,0	4,2	0,33	3,0
MARF18-18	20,5	54,1	53	21,6	3,7	1,55	5,3
MARF18-20	18,4	20,7	57	17,6	2,9	2,71	2,8
MARF18-21	17,3	16,8	55	17,0	3,4	2,43	2,1
MARF18-21(1)	18,8	16,5	87	11,0	5,2	1,40	3,0

Один из самых важных показателей декоративности растений лобулярии это количество цветочных побегов и радиус этих ветвей. Гибрид MARF18-21(1) обладает большим числом ветвей (87 шт.), что делает куст достаточно компактным и привлекательным визуально.

На рис. 5 представлены поперечные срезы цветоносов гибридов второго поколения лобулярии приморской.

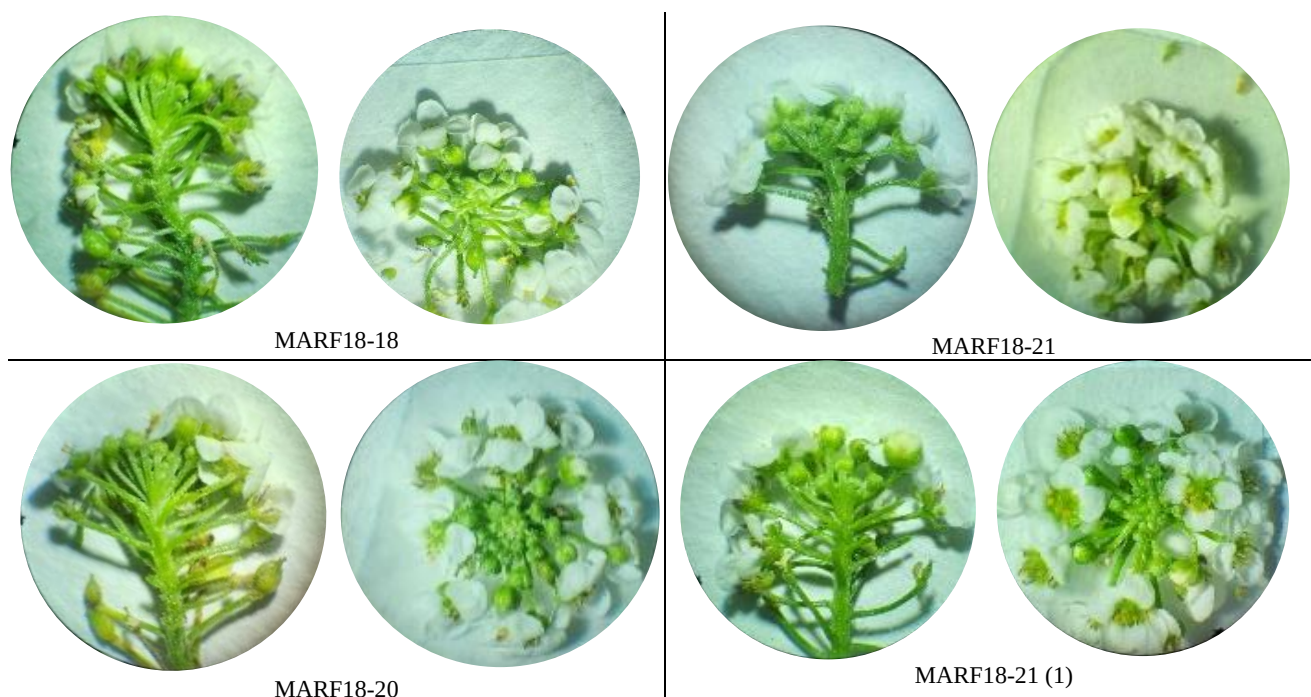


Рис. 5. Поперечный срез цветоносов гибридов второго поколения лобулярии приморской

На рис. 5 видны морфологические отличия растений гибридов второго поколения MARF18-18, которые обладают удлиненным стеблем и большим количеством цветов на одном цветоносе, в то время как гибриды MARF18-21 имеют меньшее количество цветов, но достаточно компактное ветвление, что делает растение визуально лучшим.

Гибриды MARF18-20 и MARF18-21 (1) внешне обладали схожими признаками, имели большой радиус ветвлений и радиус соцветий, продолжительность цветения одного цветка составляла от 5 до 18 дней.

У специалистов существует запрос на количество одновременно цветущих растений и аромат. Для решения этой задачи нами были проанализированы гибриды на количество одновременно цветущих растений, количество дней цветения одного цветка и аромат в пересчете на эфирное масло (табл. 2).

Таблица 2. Онтогенетические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской

Родительские линии и гибриды	Среднее количество цветков за весь вегетационный период с одного цветоноса, шт.	Среднее количество суток цветения одного цветка, дней	Содержание эфирных масел, мл/кг сухого сырья
MARE♀	34±4	5±0,4	0,02±0,82
MARW♂	79±2	5±2,7	1,01±0,01
MARF1♂♀	70±2	6±3,7	1,28±0,09
MARF18-18	89±5	5±3,1	2,89±0,15
MARF18-20	80±2	6±1,6	2,64±0,23
MARF18-21	57±7	18±2	2,98±0,10
MARF18-21(1)	69±7	10±2	2,77±0,18

Примечание: Результаты представлены в виде средних значений со стандартным отклонением (M±SD).

Гибриды (например, MARF18-18 и MARF18-20) показали значительно большее среднее количество цветков за весь вегетационный период по сравнению с родительскими линиями (MARE♀ и MARW♂).

Среднее количество суток цветения одного цветка варьировало в пределах 7,9 дней цветения, но гибрид MARF18-21 (18±2 дня) демонстрировал значительно более длительный период цветения в сравнении с другими линиями. Это может быть полезно для продления периода цветения и увеличения общего количества цветков при использовании в декоративных насаждениях.

Содержание эфирных масел у гибридов MARF18-18 и MARF18-21 показали самые высокие значения (2,89 мл/кг и 2,98 мл/кг соответственно). Эфирно-масличные растения, содержание эфирных масел у которых составляет не менее 1–2 %, считается растениями с высоким показателем эфирных масел [8–13]. Количество эфирных масел коррелирует с медоносностью растений, что может указывать на их более высокое качество и потенциал для использования в ароматерапии или производстве эфирных масел, но также и как природный компонент для привлечения пчел [14].

Заключение

Гибриды лобулярии приморской с большим количеством цветков и высоким содержанием эфирных масел являются приоритетными для селекции. Это позволит создать сорта, которые будут сочетать в себе наиболее ценные хозяйственно полезные признаки.

В исследованиях отмечена значительная изменчивость у гибридов лобулярии приморской второго поколения по всем исследуемым признакам. Это может быть связано с рекомбинацией генов, действием модификационных факторов или взаимодействием генов.

Гибридизация привела к улучшению некоторых показателей, в частности, содержанию эфирных масел по сравнению с родительскими линиями.

Линии MARF18-21 и MARF18-21(1) выделяются более длительным периодом цветения, что может представлять интерес для селекции в качестве создания перспективного сорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent advances in phytochemistry, pharmaceutical, biomedical, phytoremediation, and bio-preservative applications of *Lobularia maritima* / B. B. Akacha [et al.] // South African Journal of Botany. – 2024. – Vol. 165. – P. 202–216.
2. Wiszniewska, A. Assessment of shoot priming efficiency to counteract complex metal stress in halotolerant *Lobularia maritima* / A. Wiszniewska, W. Makowski // Plants. – 2023. – Vol. 12, No.7. – P. 14–40.
3. Декоративные и лекарственные растения (открытый грунт): каталог Ботанического сада Белорусской государственной сельскохозяйственной академии / А. П. Гордеева, Т. В. Сачивко, М. В. Наумов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 308 с.
4. Добряк, Е. А. К вопросу озеленения пансионатов на территории республики Крым / Е. А. Добряк, М. В. Кочергина // Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия и устойчивости природных и искусственных растительных сообществ. – 2023. – С. 5–11.
5. Корзун, О. С. Декоративное садоводство / О. С. Корзун, А. С. Бруйло, Т. В. Сачивко. – Гродно: ГГАУ, 2024. – 256 с.
6. Сачыўка, Т. У. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 440–442.
7. Сачыўка, Т. У. Перспектыўныя накірункі выкарыстання вострасмакавых і эфірна-алеіных культур / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025.
8. Биохимический состав новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Барбасов [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 64–68.
9. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко, Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68–73.
10. Перспективы использования и особенности эфирных масел растений Республики Беларусь / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. В. Сачивко [и др.] // Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 236–237.
11. Сачивко, Т. В. Особенности накопления эфирных масел малораспространенными видами пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. – Курган: КГСХА, 2020. – С. 317–321.
12. Сачивко, Т. В. Содержание эфирных масел в различных видах пряно-ароматических и зеленных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 341–343.
13. Antimicrobial Properties of the Essential Oils of New Varieties of *Origanum Vulgare* L. / T. V. Sachivko, T. I. Akhramovich, N. A. Kovalenko [et al.] // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. – 2024. – T. 50, No. 7. – P. 2859–2865.
14. Шапорова, Я. А. Комплексный подход в создании сырьевой базы для пчеловодства и травничества / Я. А. Шапорова, О. В. Бахур // Труды БГТУ. Серия 1. – 2020. – № 2. – С. 144–148.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ДИНАМИКА ВСХОДОВ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА УБОРКИ СЕМЯН, ПОРЯДКА РАСПОЛОЖЕНИЯ КОРЗИНОК В ДИХАЗИИ И ВОЗРАСТА ПОСЕВОВ

В. А. ЕМЕЛИН

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

Б. В. ШЕЛЮТО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 21.03.2025)

Современная концепция устойчивого развития сельского хозяйства и повышения эффективности растениеводства и кормопроизводства в значительной степени зависит от создания, внедрения и широкого использования интенсивных сортов кормовых культур нового поколения, где целью селекции является организация системы климатически и экологически дифференцированных сортов для производства. В этой связи на практике первоочередные вопросы кормовой базы и проблему белка необходимо решать путем развития семеноводства и оптимизации структуры многолетних трав на пашне [9, 8].

Высокую урожайность семян сильфии пронзеннолистной получили на третий год жизни растений. Уборка сильфии в фазу 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия выявила, что основной урожай качественных семян получили из корзинок второго и третьего порядков дихазия, меньше всего из корзинок первого порядка (всего 289,1 кг/га). К моменту уборки семена корзинок первого порядка дихазия в основном осыпались, поскольку созрели раньше. При уборке целых дихазий (соцветий с корзинками) в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка с досушиванием снопов и дозреванием семян основной урожай (291,4 кг/га) получили из корзинок первых трех порядков дихазия. Семена корзинок последних порядков (IV–V) дихазия в основном были мелкие и пулые или корзинки находились в фазе цветения. Наиболее ценные для посева семена с высокой всхожестью (в среднем 67,4 % и 74,0 %) получили из корзинок первых трех порядков дихазия.

Ключевые слова: сильфия пронзеннолистная, способ уборки, порядок корзинок, урожайность семян, всхожесть.

The modern concept of sustainable development of agriculture and increasing the efficiency of crop production and forage production largely depends on the creation, introduction and wide use of intensive varieties of new generation forage crops, where the goal of selection is to organize a system of climatically and ecologically differentiated varieties for production. In this regard, in practice, the primary issues of the forage base and the protein problem must be solved by developing seed production and optimizing the structure of perennial grasses in arable land. High yields of seeds of silphium perfoliatum were obtained in the third year of plant life. Harvesting silphium in the phase of 70-80% ripe seeds of brown brown baskets of the 3rd order of dichasia revealed that the main yield of high-quality seeds was obtained from the baskets of the second and third orders of dichasia, the least from the baskets of the first order (only 289.1 kg / ha). By the time of harvesting, the seeds of the baskets of the first order of dichasia mostly crumbled, since they ripened earlier. When harvesting whole dichasia (inflorescences with heads) in the phase of full ripeness of seeds of brown heads of the 1st order with drying of sheaves and ripening of seeds, the main yield (291.4 kg/ha) was obtained from heads of the first three orders of dichasia. Seeds of heads of the last orders (IV–V) of dichasia were mainly small and puny or heads were in the flowering phase. The most valuable seeds for sowing with high germination (on average 67.4 % and 74.0 %) were obtained from heads of the first three orders of dichasia.

Key words: *Silphium perfoliatum*, harvesting method, head order, seed yield, germination.

Введение

К долголетним кормовым культурам сенажно-силосного использования относится сильфия пронзеннолистная [12]. Вид сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L., Asteraceae), сорт «Первый Белорусский» обладают ценными биологическими свойствами и высокими хозяйственными достоинствами, которые могут использоваться для производства дешевого корма для крупного рогатого скота путем создания долголетних высокопродуктивных агроценозов. Сорт был включен в Государственный реестр сортов в 2018 году по Брестской области, затем в реестр 2022 года в раздел «Сорта сельскохозяйственных растений» сорт допущен для производства, реализации и использования семян на территории Республики Беларусь [6, 7].

После испытания нового сорта (вида) и включения в реестр встает вопрос о его распространении и внедрении в производство. В этой связи чрезвычайно важная роль отводится семеноводству, где основными задачами являются – реализация достижений селекции и обеспечение предприятий высококачественными семенами новых сортов и гибридов культур. Работа направлена на увеличение продуктивности и адаптивности посевов к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям, повы-

шение устойчивости к вредителям и болезням, улучшение качества продукции и т. д.

Однако для успешного расширения посевов этой культуры в Беларуси необходимо учитывать ее биологические особенности и оптимизацию технологии возделывания на семена. Сильфия может размножаться семенами, рассадой, частями кустов и корневищ [1, 4, 13]. Созревание семян идет медленно и неравномерно, вначале созревают семена нижних корзинок, затем постепенно созревание переходит к верхним корзинкам, т. е. от соцветия первого порядка к соцветиям второго порядка и т. д. В то время как нижние корзинки стали коричневыми и семена уже созрели, средние корзинки цветут, а верхние находятся еще в фазе бутонизации [12, 13].

Сильфию в условиях Беларуси можно возделывать на семена, начиная с первого года при вегетативном размножении частями кустов и корневищ. Удобрения ($N_{60-90}P_{90}K_{120}$ кг/га) способствуют развитию вегетативных и репродуктивных органов сильфии в условиях Витебской области, обеспечивая выход семян с 1 га посевов до 293,8–301,7 кг. Наибольшая (23,0 г и 22,4 г) масса 1000 семян получена при дозах удобрений $N_{30-60}P_{60}K_{90}$ кг/га [5].

Сильфия пронзеннолистная в условиях Западной Сибири обеспечивает сбор 430–480 кг/га семян, всхожесть (63–76 %) соответствует требованиям посевного стандарта – ГОСТ 28636-90. Лабораторная всхожесть – 70–73 % [17]. В среднем со второго по седьмой год жизни сбор семян составляет 354–348 кг/га. Семена сильфии должны отвечать требованиям действующего посевного стандарта (ГОСТ Р 55294-2012): всхожесть для семян категории ОС и ЭС – не менее 80 %, сортовая чистота – не менее 98 %, влажность – не более 10 %. Сортовую чистоту – не менее 95 % и влажность также не более 10 % [18].

Сильфию необходимо убирать на семена при побурении 75 % корзинок [15]. Во время достижения 70–75 % спелости семян в корзинках третьего порядка в условиях Украины была получена урожайность 710,3 кг/га. При уборке семян корзинок четвертого порядка и более урожайность снижалась до 314,8–575,5 кг/га. Семена убирают, срезая соцветия в период пожелтения 70–75 % корзинок третьего порядка соргоуборочной машиной СМ-2,6 или вручную. Досушивают соцветия на току, затем обмолачивают зерновыми комбайнами [2]. Высокий урожай семян сильфии составляет 1146 кг/га, всхожесть – 84,5 % [20]. В среднем за 5 лет урожайность семян сильфии составила 311 кг/га (В. И. Григорьев, 1989). В условиях Латвии урожай семян доходил до 776 кг с 1 га [14]. В Узбекистане урожайность колеблется от 300 до 400 кг семян с 1 га [3]. В условиях Казахстана максимальную урожайность семян (1210 кг/га) сильфия сформировала при ручной трехкратной уборке, при раздельной двухфазной уборке с применением дефолиации – 635 и без дефолиации – 615 кг/га [11]. Семена сильфии хорошо хранятся при влажности 9 % в течение двух лет [10].

Поэтому целью наших исследований явилось изучить зависимость урожайности и посевных качеств семян сильфии в зависимости от срока уборки и порядка расположения корзинок и семян в дихазии.

Основная часть

Объектом исследований является сильфия пронзеннолистная (*Silfium perfoliatum* L.) сорт «Первый Белорусский», сроки уборки, урожайность семян и посевные качества. Исследования проводились на землях РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» (2019–2022 гг.).

Почва опытного участка дерново-подзолистная суглинистая. Площадь делянок 56 м², повторность опыта четырехкратная, расположение делянок систематическое. Схема размещения растений – 70х70 см, густота посева – 20408 растений/га. Осенью в запас внесены фосфорные (90 кг/га) и калийные (120 кг/га) удобрения. Азотная подкормка проводилась весной дозами 60 кг/га (2020 г.) и 90 кг/га (2021 г.) в фазу отрастания растений под междурядную обработку.

Изучаемый фактор А: срок уборки семян сильфии. Варианты: 1. Уборка целых соцветий с корзинками в фазе полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка дихазия. 2. Уборка семян в фазу 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия. Фактор Б: порядок расположения корзинок и семян в дихазии: 1. Семена корзинок 1-го порядка дихазия; 2. Семена корзинок 2-го порядка; 3. Семена корзинок 3-го порядка; 4. Семена корзинок 4-го порядка; 5. Семена корзинок 5-го порядка дихазия. Фактор В: учетный период всходов сильфии после посева: 1. Энергия прорастания через 10 дней. 2. Всхожесть через 20 дней. 3. Всхожесть через 30 дней.

Методика проведения исследований. Уборку семян сильфии проводили вручную. На первом варианте семена убрали, срезая разветвленные дихазии (соцветие – совокупность корзинок) при наступлении фазы полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка. На втором варианте уборка (корзинок и семян) и учет (отдельно каждый порядок) проводились в фазу достижения 70–80 % спелости семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия. Досушивание и дозревание семян

корзинок всех порядков проходило в снопах. Высушенные корзинки с семенами обмолачивались в зависимости от их расположения, отдельно каждый порядок. Убранные семена использовались для посева на следующий год ранней весной. Хранить семена более одного года не рекомендуется, так как снижается всхожесть.

Исследования по изучению всхожести семян сальфии проводились в полевых условиях. Посев семян проводился в ячейки кассет (в одной кассете 144 ячейки). Используемый грунт для проверки всхожести семян – дерново-подзолистая почва. Посев проводился нестратифицированными семенами весной. Для поддержания влажности почвы в кассетах проводился искусственный полив. Учет всходов проводился при естественном температурном режиме дня и ночи через 10, 20 и 30 дней после посева. Фаза всходов отмечалась при появлении двух семядольных листочка, последующая фаза – образования первого настоящего (флаг) листа.

Посевные качества сальфии определялись в лаборатории ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» после стратификации семян. Энергия прорастания семян определялась через 10 дней после посева, всхожесть – через 20 дней.

В онтогенезе развития репродуктивных органов у сальфии есть биологические особенности, которые влияют на урожайность и посевные качества семян, определяя ценность вида и сорта по хозяйственным признакам. Особенности являются разветвленность дихазия и многоярусное расположение корзинок (пять-шесть порядков), разное число корзинок на ярусах (1-й порядок – 1 корзинка, 2-й – 2, 3-й – 4, 4-й – 8, 5-й порядок – 16 корзинок), неравномерность цветения корзинок и формирование семян, длительное созревание семян, плоская форма семян и их небольшая масса.

В табл. 1 представлена урожайность семян сальфии посевов второго (2020) и третьего (2021) года жизни растений в зависимости от срока уборки и порядка расположения корзинок и семян в дихазии. Исследованиями установлено, что урожайность семян и густота побегов зависели от возраста посевов. На второй год жизни растений густота посевов составила 20,4 тыс. шт/га, на третий год она увеличилась в восемь раз (163,3 тыс. шт. побегов/га).

Таблица 1. Урожайность семян сальфии в зависимости от срока уборки, порядка расположения корзинок в дихазии и возраста посевов, кг/га

Порядок расположения корзинок и семян в дихазии	Сроки уборки семян сальфии			
	Второй год (2020) жизни растений		Третий год (2021) жизни растений	
	Уборка дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка	Уборка в фазе 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия	Уборка дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка	Уборка в фазе 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия
Семена корзинок 1-го порядка	9,1	0,4	73,2	2,9
Семена корзинок 2-го порядка	19,4	18,4	85,2	106,6
Семена корзинок 3-го порядка	35,1	33,2	133,0	179,6
Урожайность с 3-х порядков	63,6	52,0	291,4	289,1
Семена корзинок 4-го порядка	1,2	6,7	5,7	64,3
Урожайность с 4-х порядков	64,8	58,7	297,1	353,4

Примечание: 2020 г. НСР₀₅ – 1,21 кг/га, для способа уборки – 0,60 кг/га, порядка корзинок – 0,85 кг/га; 2021 г. НСР₀₅ – 3,52 кг/га, для способа уборки – 1,75 кг/га, порядка корзинок – 2,48 кг/га.

Урожайность сальфии с первых четырех порядков, полученная сроком уборки дихазий (совокупность корзинок) в фазе полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка с последующим досушиванием снопов и созреванием семян, составила 64,8 кг/га (второй год жизни растений). При этом урожайность корзинок 1-го порядка дихазия (9,1 кг/га) была невысокой, выше (19,4 кг/га) – корзинок 2-го порядка и самая высокая (35,1 кг/га) корзинок 3-го порядка. На верхних соцветиях последних порядков (IV–V) корзинки находились в фазе формирования семян и цветения. Поэтому меньше всего семян (1,2 кг/га) получили из корзинок 4-го порядка дихазия.

На варианте, где уборка семян проводилась в фазу 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия, урожайность была меньше (58,7 кг/га). Урожайность семян корзинок 1-го порядка дихазия составила 0,4 кг/га, корзинок 2-го порядка – 18,4 кг/га, корзинок 3-го порядка – 33,2 кг/га, корзинок 4-го порядка – 6,7 кг/га. Снижение урожая произошло в основном из-за осыпавшихся семян корзинок 1-го порядка дихазия, которые раньше созрели. Семена корзинок 4-го порядка были фазе формирования.

Урожайность сальфии значительно выросла на третий год жизни растений. На варианте, где уборка проводилась целых дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка, получили 291,4 кг/га (1-й порядок – 73,2 кг/га, 2-й порядок – 85,2 кг/га, 3-й порядок – 133,0 кг/га). Семена корзинок 4-го порядка были мелкие и щуплые, поэтому урожайность была значительно меньше

(5,7 кг/га). Всего семян получили (корзинок 1–4 порядков) – 297,1 кг/га. Корзинки 5-го порядка дихазия находились в фазе цветения.

Уборка в фазу 70–80 % спелых семян коричневых, бурых корзинок 3-го порядка дихазия выявила, что урожайность семян корзинок первых трех порядков была несколько меньше (289,1 кг/га) по отношению к варианту, где уборка проводилась в фазу полной спелости. Снижение урожая также произошло в основном из-за осыпавшихся семян корзинок 1-го порядка дихазия. Однако по совокупности корзинок первого (2,9 кг/га), второго (106,6 кг/га), третьего (179,6 кг/га) и четвертого (64,3 кг/га) порядков урожайность была выше (353,4 кг/га). Семена корзинок 5-го порядка не сформировались.

Всхожесть силфий изучалась через шесть месяцев после уборки семян второго и третьего года жизни растений в фазу появления двух семядольных листочка (табл. 2). Исследования проводились в динамике через 10, 20 и 30 дней после посева весной при естественном температурном режиме дня и ночи в зависимости от способа уборки семян и порядка расположения корзинок в дихазии.

Таблица 2. Всхожесть семян силфий в зависимости от срока уборки, порядка расположения корзинок в дихазии и возраста посевов, %

Порядок расположения корзинок и семян в дихазии	Срок уборки силфий на семена					
	Уборка дихазий в фазе полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка			Уборка в фазе 70 % спелости семян коричневых, бурых корзинок 3-го порядка дихазия		
	через 10 дней	через 20 дней	через 30 дней	через 10 дней	через 20 дней	через 30 дней
Всхожесть семян урожая второго года (2020) жизни растений						
Семена корзинок 1-го порядка	27,8	69,1	91,1	30,7	75,0	91,9
Семена корзинок 2-го порядка	28,3	66,7	90,2	27,3	84,0	93,9
Семена корзинок 3-го порядка	25,0	58,3	66,4	20,6	70,9	87,5
Среднее с 3-х порядков	27,0	64,7	82,6	26,2	76,6	91,1
% всходов семян за сутки	2,7	3,2	2,8	2,6	3,8	3,0
Всхожесть семян урожая третьего года (2021) жизни растений						
Семена корзинок 1-го порядка	25,2	47,7	72,9	30,2	71,9	81,3
Семена корзинок 2-го порядка	22,6	45,6	70,8	25,8	75,8	78,3
Семена корзинок 3-го порядка	14,5	25,9	58,4	20,8	62,5	62,5
Среднее с 3-х порядков	20,8	39,7	67,4	25,6	70,1	74,0
% всходов семян за сутки	2,1	2,0	2,2	2,6	3,5	2,5
Семена корзинок 4-го порядка	0	0	1,4	19,2	39,6	39,6
Среднее с 4-х порядков	15,6	29,8	50,9	24,0	62,5	65,4
% всходов семян за сутки	1,6	1,5	1,7	2,4	3,1	2,2

В результате исследований было установлено, что энергия прорастания семян и всхожесть уменьшались от корзинок 1-го порядка дихазия к корзинам 4-го порядка независимо от срока уборки силфий и возраста посевов. Энергия прорастания семян урожая 2020 года через 10 дней после посева корзинок 1-го порядка дихазия составила 27,8–30,7 %, корзинок 3-го порядка – 20,6–25,0 %. Снижение также произошло при изучении урожая семян 2021 года (семена корзинок 1-го порядка – 25,2–30,2 %, корзинок 3-го порядка 20,8–25,6 %, а корзинок 4-го порядка – 0–19,2 %).

Всхожесть семян достигла максимума через 30 дней после посева силфий. Результаты урожая 2020 года показывают, что всхожесть семян корзинок 1-го порядка дихазия была 91,1–91,9 %, а семян корзинок 3-го порядка – 66,4–87,5 %. Аналогичные данные были получены при изучении всхожести семян урожая 2021 года (всхожесть семян корзинок 1-го порядка – 72,9–81,3 %, корзинок 3-го порядка 67,4–74,0 %, а корзинок 4-го порядка – 1,4–39,6 %).

Независимо от срока уборки силфий энергия прорастания семян 2020 года уборки (через 10 дней после посева) корзинок первых трех порядков в среднем была примерно одинаковой 26,2 % и 27,0 %. Наиболее высокая всхожесть семян в среднем с 3-х порядков получена на варианте, где уборка проводилась в фазу 70–80 % спелых семян коричневых, бурых корзинок 3-го порядка дихазия через 20 дней после посева – 76,6 %, через 30 дней – 91,1 %. Всхожесть семян была ниже, уборка которых проводилась целых дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка с последующей сушкой снопов и дозреванием семян, через 20 дней после посева – 64,7 %, через 30 дней – 82,6 %.

Похожие результаты были получены и урожая семян силфий третьего года (2021) жизни растений. Наибольшее число всходов получили на варианте уборки семян в фазе 70–80 % спелости семян коричневых, бурых корзинок 3-го порядка дихазия. Энергия прорастания семян через 10 дней после посева корзинок первых трех порядков в среднем составила 25,6 %, всхожесть семян через 20 и 30 дней после посева – 70,1 % и 74,0 % соответственно. Всхожесть семян корзинок 4-го порядка дихазия была ниже – 39,6 %, что не соответствует требованиям сортовым и посевным качествам (60 %).

Уборка дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка выявила, что энергия прорастания и всхожесть семян были ниже. Всхожесть семян (67,4 %) через 30 дней после посева корзинок первых трех порядков дихазия соответствовала норме. Самую низкую всхожесть (1,4 %) получили семена корзинок 4-го порядка. Также было установлено, что самый высокий процент всходов за сутки по двум годам исследований (3,5–3,8 %) был в период после 10 дней после посева, на варианте уборки силфий в фазу 70–80 % спелых семян коричневых, бурых корзинок 3-го порядка дихазия.

Таким образом, высокую семенную продуктивность силфий получили на третий год жизни растений при густоте посевов 163,3 тыс. шт. побегов/га. Независимо от способа уборки силфий качественные семена получили из корзинок первых трех порядков дихазия при урожайности на второй год жизни растений – 52,0–63,6 кг/га, на третий год – 289,1–291,4 кг/га. Семена корзинок последних порядков (IV–V) дихазия в основном были мелкие щуплые или корзинки находились в фазе цветения. Наиболее ценные для посева семена с высокой всхожестью (через 30 дней в среднем 67,4 % и 74,0 %) получили из корзинок первых трех порядков дихазия.

Заключение

В почвенно-климатических условиях Витебской области при уборке целых дихазий в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка с последующим досушиванием снопов и дозреванием семян урожайность качественных семян корзинок первых трех порядков составила 291,4 кг/га, при уборке силфий в фазу 70–80 % спелых семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка дихазия – 289,1 кг/га. Снижение урожайности произошло в основном из-за осыпавшихся семян корзинок 1-го порядка дихазия, которые созрели раньше.

Независимо от срока уборки силфий семена с высокой всхожестью получили через шесть месяцев после уборки из корзинок первых трех порядков дихазия (нормативные требования не менее 60 %). Всхожесть семян урожаев второго и третьего год жизни растений через 20 и 30 дней после посева, уборка которых проводилась в фазу 70–80 % спелости семян коричневых бурых корзинок 3-го порядка в среднем с первых трех порядков составила 70,1–76,6 % и 74,0–91,1 % соответственно. Энергия прорастания семян через 10 дней после посева с первых трех порядков установлена на уровне 25,6–26,2 %. Всхожесть была ниже семян, полученных из соцветий, которые были убраны в фазу полной спелости семян коричневых корзинок 1-го порядка дихазия с досушиванием снопов и дозреванием семян через 10 дней – 20,8–27,0 %, через 20 дней – 39,7–64,7 %, через 30 дней – 67,4–82,6 %.

Семена с высокой всхожестью коричневых корзинок 1-го порядка дихазия, достигших фазы полной спелости целесообразно убирать вручную. Оптимальная фаза для уборки силфий комбайном – когда 70–80 % семян коричневыми бурыми корзнок 3-го порядка дихазия стали полновесными (заполненными эндоспермом с зародышем) и достигли фазы полной спелости. Для посева необходимо использовать кондиционные семена силфий корзинок первых трех порядков дихазия нового урожая. Для получения дружных всходов (в период 10–30 дней после высева семян) посев силфий можно проводить без стратификации семян, если проводить его ранней весной (в апреле) в хорошо подготовленную почву при наступлении физической спелости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов, А. А. Силфий пронзеннолистный в кормопроизводстве / А. А. Абрамов; Центральный ботанический сад им. Н. Н. Гришко. – Киев: Наукова думка, 1992. – 155 с.
2. Абрамов, А. А. Сроки и способы уборки семян силфий пронзеннолистной / А. А. Абрамов, К. Н. Кривицкий, Н. А. Стадничук // Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-технического прогресса в кормопроизводстве: тезисы докладов конференции. – Белая Церковь: АН УССР, ВАСХНИЛ, 1989. – С. 61–62.
3. Амирханов, Н. А. Об интродукции силфий пронзеннолистной в условиях Узбекистана / Н. А. Амирханов, Н. Х. Хамданов, А. У. Умурзаков // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур. – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 2. – С. 68–70.
4. Емелин, В. А. Агроботанические и технологические основы возделывания и повышения продуктивности силфий пронзеннолистной (*Silfium perfoliatum* L.): монография / В. А. Емелин. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 200 с.
5. Емелин, В. А. Особенности роста и семенная продуктивность силфий пронзеннолистной при вегетативном размножении в зависимости от доз минеральных удобрений и густоты побегов / В. А. Емелин // Земледелие и защита растений. – 2019. – №1. – С. 12–16.
6. Емелин, В. А. Сельскохозяйственное растение: силфий пронзеннолистный сорт Первый Белорусский / В. А. Емелин // Сорта, включенные в государственный реестр – основа высоких урожаев. Характеристика сортов, включенных в государственный реестр сортов: справочное издание / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. за вып. В. А. Бейня. – Минск, 2018. – Ч. XIII. – С. 51.
7. Емелин, В. А. Сельскохозяйственное растение: силфий пронзеннолистный (*Silfium perfoliatum* L.) сорт Первый Белорусский / В. А. Емелин // Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений: справочное издание / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. за вып. В. А. Бейня. – Минск, 2022. – С. 116.

8. Клыга, Е. Р. Приоритетные задачи травосеяния Республики Беларусь / Е. Р. Клыга // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2. – С. 3–4.
9. Косолапов, В. М. Состояние и перспектива селекции многолетних кормовых культур / В. М. Косолапов, С. В. Пилипко // Кормопроизводство. – 2017. – № 7. – С. 25–27.
10. Лаврик, И. П. Исследование режимов и способов хранения семян силфий пронзеннолистной / И. П. Лаврик // Доклады ТСХА / Российский государственный аграрный университет. – Москва, 2012. – Вып. 283, ч. 2. – С. 814–816.
11. Макарова, А. Н. Агротехника силфий пронзеннолистной в условиях орошения Алма-Атинской области: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06 01 09 / А. Н. Макарова. – Алматы, 1979. – 18 с.
12. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР / П. Ф. Медведев, А. М. Сметанникова. – Ленинград: Колос, 1981. – 336 с.
13. Павлов, В. С. Новые сельскохозяйственные культуры в Северной зоне Белоруссии / В. С. Павлов // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур. – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 1. – С. 43–45.
14. Рате, Л. Я. Биологические особенности выращивания силфий пронзеннолистной в Латвийской ССР / Л. Я. Рате // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур. – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 2. – С. 85–86.
15. Савин, А. П. Технология возделывания основных медоносных культур / А. П. Савин, Ю. В. Докукин. – Рязань: Издательство «Рязоблтипография». 2010. – 111 с.: ил.
16. Стадничук, Н. А. Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность силфий пронзеннолистной / Н. А. Стадничук, А. А. Абрамов // Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-технического прогресса в кормопроизводстве: тезисы докладов конференции / АН УССР, ВАСХНИЛ. – Белая Церковь, 1989. – С. 63.
17. Степанов, А. Ф. Особенности возделывания силфий пронзеннолистной на корм и семена в Западной Сибири / А. Ф. Степанов, М. П. Чупина // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 7. – С. 13–17.
18. Чупина, М. П. Приемы повышения всхожести семян силфий пронзеннолистной / М. П. Чупина, Н. А. Прохорова // Кормопроизводство. – 2017. – № 2. – С. 30–34.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Е. Л. ИОНАС, М. Н. ШАГИТОВА, И. С. ЧУЛЬ, Д. С. КУРИЛИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: eliaai@rambler.ru

(Поступила в редакцию 28.03.2025)

Одной из первостепенных задач в растениеводстве является применение удобрений на уровне, обеспечивающем заданную продуктивность пашни при одновременном поддержании и повышении плодородия почв. Внесение минеральных удобрений должно базироваться на точном расчете их потребности с учетом свойств почвы, биологических особенностей возделываемой культуры и планируемой урожайности. Данные факторы определяют и формы применяемых удобрений.

В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучено влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на продуктивность картофеля в условиях северо-восточной части Беларуси.

Обработка посадок картофеля по вегетирующим растениям комплексными удобрениями Нутривант плюс (картофельный) и КомплеМет (картофель) у среднераннего сорта Манифест по действию на урожайность клубней было равнозначным (39,7 и 39,9 т/га) и повышало её по сравнению с фоновым вариантом (N₇₀P₈₀K₁₂₀) на 5,7 и 5,9 т/га. В этих вариантах была отмечена максимальная урожайность за счет увеличения выхода крупной и средней фракции клубней картофеля. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 21,1 и 21,9 кг соответственно.

Максимальная продуктивность картофеля (36,4 т/га) у сорта Скарб, в среднем за 2023–2024 гг. исследований, была получена от некорневой подкормки комплексным удобрением КомплеМет (картофель). В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожая клубней составила 22,6 кг.

Ключевые слова: картофель, новые формы удобрений, регуляторы роста, дерново-подзолистая почва, продуктивность.

One of the primary tasks in plant growing is the use of fertilizers at a level that ensures the specified productivity of arable land while maintaining and increasing soil fertility. The application of mineral fertilizers should be based on an accurate calculation of their need, taking into account the properties of the soil, the biological characteristics of the cultivated crop and the planned yield. These factors also determine the forms of fertilizers used. The Belarusian State Agricultural Academy has studied the influence of new forms of fertilizers and growth regulators on potato productivity in the conditions of the north-eastern part of Belarus.

Treatment of potato plantings on vegetative plants with complex fertilizers Nutrivant Plus (potato) and KompleMet (potato) in the mid-early variety Manifest was equivalent in effect on the yield of tubers (39.7 and 39.9 t/ha) and increased it compared to the background variant (N₇₀P₈₀K₁₂₀) by 5.7 and 5.9 t/ha. In these variants, the maximum yield was noted due to an increase in the yield of large and medium fractions of potato tubers. The payback of 1 kg of NPK was 21.1 and 21.9 kg of tubers, respectively. The maximum potato productivity (36.4 t/ha) in the Skarb variety, on average for 2023–2024 studies was obtained from foliar feeding with the complex fertilizer KompleMet (potato). In this variant, the payback of 1 kg of NPK was 22.6 kg of tubers.

Key words: potatoes, new forms of fertilizers, growth regulators, sod-podzolic soil, productivity.

Введение

Более 50 % сельскохозяйственной продукции в мире производится за счет применения минеральных удобрений. Внесение минеральных удобрений без учета агрохимических показателей почвенного плодородия, потребностей культуры, необоснованное завышение доз, несоблюдение сроков, некачественное внесение могут оказывать отрицательное влияние на состояние почвы (подкисление почв, усиление минерализации органического вещества почвы, нарушение баланса микроэлементов в почве и др.), вести к загрязнению продукции растениеводства (нитраты, тяжелые металлы), снижению ее качества (несбалансированность микроэлементного состава) [1, 2].

В последнее время наряду со стандартными формами минеральных удобрений в технологии возделывания картофеля применяются различные варианты комплексных удобрений, внесение которых обеспечивает при правильной системе их применения более продуктивное усвоение растениями питательных элементов.

Картофель в течение всего периода вегетации требователен к условиям минерального питания, особенно в период интенсивного клубнеобразования. Наиболее активное поступление питательных веществ в растения происходит в фазы бутонизации и цветения. При применении удобрений под картофель необходимо учитывать его сортовые особенности, так как ранние сорта потребляют элементы питания интенсивнее за более короткий период, чем поздние [3–10].

Цель исследований – изучить влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на продуктивность картофеля в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Исследования проводили в 2023–2024 гг. на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытного участка – с низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,8 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды (pH_{KCl} – 5,6–6,1), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (207,0–265,0 мг/кг почвы) и калия (292,0–296,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди и низким и средним содержанием цинка (1,54–1,71 и 1,53–3,75 мг/кг почвы соответственно).

Схема опыта:

1. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ – Фон
2. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ +МикроСтим В, Cu
3. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ +Нутривант плюс
4. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ +Оксигумат (картофель)
5. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ + Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert
6. $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$ +КомплеМет (картофель)

В качестве объекта исследований выступали два сорта картофеля белорусской селекции, которые выведены в РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»: среднеранний сорт Манифест и среднеспелый сорт Скарб.

Сорт Манифест столового назначения, урожайный (до 73,7 т/га), содержание крахмала в клубнях 11–15,1 %, вкусовые качества хорошие, пригоден для вакуумирования. Устойчив к картофельной нематоде, черной ножке; среднеустойчив к фитофторозу листьев и клубней, парше обыкновенной. Пригоден для выращивания на легких и средних по гранулометрическому составу почвах, хорошо отзывается на интенсивные условия выращивания, высокоустойчив к механическим повреждениям.

Картофель Скарб – столового назначения. Максимальная урожайность 508 ц/га. Клубень овальный, с очень мелкими глазками. Кожура гладкая, желтая. Мякоть желтая. Масса товарного клубня 94–138 г. Содержание крахмала 10,8–17,7 %. Вкус хороший. Товарность 84–99 %. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды.

Посадку картофеля проводили в 2023 году 16 мая, в 2024 году 22 мая картофелесажалкой КСМ – 4 с густотой посадки – 50 тыс. шт./га. Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки 25,2 м², учетной – 12,6 м². Агротехника возделывания картофеля – общепринятая для условий Могилевской области.

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (9 % N; 30 % P_2O_5), аммофос (10 % N; 35 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O).

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное удобрение Нутривант плюс (картофельный) с содержанием ($\text{N}_0+\text{P}_{43}+\text{K}_{28}+\text{Mg}_2+\text{B}_{0.5}+\text{Mn}_{0.2}+\text{Zn}_{0.2}$ + фертивант), которое вносили по вегетирующим растениям у сорта Манифест и у сорта Скарб в дозах по 2,5 кг/га в фазу смыкания ботвы и в фазу бутонизации – конец цветения. В опыте применяли белорусское комплексное удобрение МикроСтим В, Cu включающее (N – 65 г/л, В – 40 г/л, Cu – 40 г/л, гуминовые вещества 0,6–6,0 мг/л) в дозе 1,3 л/га в фазу начала бутонизации, а также регулятор роста Оксигумат (картофель) с содержанием гуминовых веществ, макро- и микроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, B, Mn). 6%-ный концентрат биологически активных веществ (в перерасчете на ОМ – 90 %) в дозе 1,0 л/га в фазу высоты растений 15–20 см и в фазу бутонизации. Для некорневой подкормки использовали также удобрение жидкое комплексное для картофеля марки 8-4-9-0,2(В)-0,15(Cu)-0,2 (Mn). Первая некорневая подкормка проводилась при высоте растения 15–20 см, норма расхода 30–50 мл на 1 л воды на 30–35 м². Вторая – фаза начала бутонизации, норма расхода – 30–50 мл на 1 л воды на 30–35 м². По вегетирующим растениям картофеля в исследованиях применяли жидкое комплексное удобрение КомплеМет (картофельный) с содержанием (Mn) 15 г/л, (Cu) 12 г/л, (Zn) 8,0 г/л, (B) 7,0 г/л, (Mo) 0,15 г/л, (Co) 0,05 г/л, (N) не менее 9,8 г/л, (P_2O_5) не менее 83 г/л, (K_2O) не менее 99 г/л, (SO_4), не менее 14 г/л в дозах по 2,5 кг/га в фазу высоты растений 10–15 см и в фазу бутонизации – начало цветения.

Уход за посадками картофеля состоял из трёхкратных междурядных обработок культиватором-окучником. В 2023–2024 гг. вносили гербицид Кассиус в дозе (50 г/га), протравливали клубни перед посадкой препаратом Табу в дозе 1 л/т, а также проводили две обработки против фитофтороза препаратом Ридомил Голд (2,0 кг/га).

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливается по Кирсанову, гидролитическая кислотность по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину.

Метеорологические условия в годы исследований (2023–2024 гг.) отличались по температурному и водному режимам, что дало возможность объективно изучить эффективность изучаемых приёмов. Как показал анализ температурных данных и количества осадков, общей особенностью вегетационных сезонов в годы исследований являлось крайне неравномерное распределение осадков и чередование периодов высоких температур с умеренными.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учёты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [11]. Товарность определяли весом всех клубней свыше 30 мм, выраженным в процентах от общего урожая. Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [12].

Проведённые в 2023–2024 гг. исследования показали, что применение новых форм комплексных удобрений, регуляторов роста оказывало положительное влияние на урожайность клубней картофеля (табл. 1).

Таблица 1. Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на урожайность клубней картофеля

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка урожая к фону, т/га	Окупаемость 1 кг д.в. NPK удобрений урожаем клубней, кг
	2023 г	2024 г	среднее за 2 года		
Сорт Манифест					
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	35,8	32,2	34,0	–	–
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Си	39,1	36,4	37,8	3,8	14,1
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	43,6	35,7	39,7	5,7	21,1
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Оксигумат (картофель)	41,5	35,5	38,5	4,5	16,7
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	42,2	36,1	39,2	5,2	19,3
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +КомплеМет (картофель)	43,4	36,4	39,9	5,9	21,9
НСР ₀₅	2,8	1,8	1,6	–	–
Сорт Скарб					
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	34,2	26,4	30,3	–	–
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Си	39,1	29,8	34,5	4,2	15,6
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	40,3	28,4	34,4	4,1	15,2
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Оксигумат (картофель)	38,7	28,6	33,7	3,4	12,6
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	40,6	30,4	35,5	5,2	19,3
6. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +КомплеМет (картофель)	41,2	31,5	36,4	6,1	22,6
НСР ₀₅	2,7	1,6	1,5	–	–

Обработка посадок картофеля по вегетирующим растениям комплексными удобрениями Нутривант плюс (картофельный) и КомплеМет (картофель) у среднераннего сорта Манифест по действию на урожайность клубней было равнозначным (39,7 и 39,9 т/га) и повышало её по сравнению с фоновым вариантом (N₇₀P₈₀K₁₂₀) на 5,7 и 5,9 т/га. В этих вариантах была отмечена максимальная урожайность. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 21,1 и 21,9 кг соответственно.

Несколько ниже урожайность клубней (39,2 т/га) была получена при использовании жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 19,3 кг.

Применение регулятора роста Оксигумат (картофель) и МикроСтива В, Си и на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ урожайность картофеля и окупаемость 1 кг NPK кг клубней составили 38,5 и 37,8 т/га и 16,7 и 14,1 кг соответственно.

В исследованиях с картофелем сорта Скарб урожайность клубней с внесением до посадки (N₇₀P₈₀K₁₂₀) составила 30,3 т/га.

Максимальная продуктивность картофеля (36,4 т/га) у сорта Скарб, в среднем за 2023–2024 гг. исследований была получена от некорневой подкормки комплексным удобрением КомплеМет (картофель). В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней составила 22,6 кг.

При использовании жидкого комплексного удобрения BelFert урожайность картофеля составила 35,5 т/га, при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 19,3 кг, соответственно.

Применение МикроСтива В, Си и Нутриванта плюс на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀. прибавка урожайности картофеля к фону составила 4,2 и 4,1 т/га при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 15,6 и 15,2 кг, соответственно.

При использовании регулятора роста Оксигумат (картофель) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ урожайность картофеля и окупаемость 1 кг НРК кг клубней составили 33,7 т/га и 12,6 кг соответственно.

Анализ структуры урожая показывает, что применение по вегетирующим растениям новых форм удобрений и регуляторов роста оказывает положительное влияние на фракционный состав клубней (табл. 2).

Таблица 2. Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на фракционный состав клубней картофеля (среднее за 2023–2024 гг.)

Вариант опыта	Масса клубней по фракциям, г/куст/% от общей массы			Товарность, %
	менее 30 мм	30-60 мм	более 60 мм	
Сорт Манифест				
1. N70P80K120 – Фон	110,4/13,7	613,6/65,2	135,0/21,1	86,3
2. N70P80K120+МикроСтим В, Cu	72,3/7,6	758,6/69,6	184,6/22,8	92,4
3. N70P80K120+Нутривант плюс	39,6/4,1	815,5/66,6	195,9/29,3	95,9
4. N70P80K120+ Оксигумат (картофель)	53,3/5,6	721,5/76,0	222,7/18,4	94,4
5. N70P80K120+ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	34,3/3,8	777,7/76,5	187,2/19,7	96,2
6. N70P80K120+КомплеМет (картофель)	34,5/3,9	791,6,0/76,1	190,6/20,0	96,1
Сорт Скарб				
1. N70P80K120 – Фон	102,5/18,0	590,4/71,6	74,1/10,4	82,0
2. N70P80K120+МикроСтим В, Cu	40,9/5,6	745,9/77,8	103,0/16,6	94,4
3. N70P80K120+Нутривант плюс	63,1/5,7	699,1/67,7	114,6/26,6	94,3
4. N70P80K120+ Оксигумат (картофель)	37,9/5,2	675,8/69,6	109,1/25,2	94,8
5. N70P80K120+ Жидкое комплексное удобрение для картофеля BelFert	66,5/10,4	667,9/63,0	120,2/26,6	89,6
6. N70P80K120+КомплеМет (картофель)	68,1/10,6	684,8/63,4	123,2/26,0	89,4

У сорта Манифест самый большой выход мелкой фракции клубней менее 30 мм (13,7 % в структуре урожая был отмечен на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀).

Минимальная доля мелких клубней получена при применении жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert (3,8 %) и КомплеМет (картофель) (3,9 %) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀.

Максимальная урожайность в варианте с применением Нутриванта плюс у сорта Манифест была получена за счет увеличения выхода крупной фракции клубней более 60 мм, где он составил 29,3 %, что на 8,2 % превышало фон, соответственно. При использовании комплексного удобрения КомплеМет (картофель) у сорта Манифест максимальная урожайность была получена за счет увеличения выхода средней фракции клубней картофеля 30–60 мм (76,1 %), что на 10,9 % превышало фон, соответственно.

Несколько меньше доля клубней крупной фракции была отмечена в варианте с использованием жидкого комплексного удобрения для картофеля МикроСтива В, Cu 22,8 %.

Обработка посадок картофеля комплексным удобрением BelFert и регулятором роста Оксигумат (картофель) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ способствовала повышению средней фракции клубней (30–60 мм) с 65,2 % до 76,5 и 76,0 % соответственно.

Наиболее высокая товарность клубней картофеля сорта Манифест в 2023–2024 гг. исследований наблюдалась при применении жидкого комплексного удобрения для картофеля BelFert (96,2 %) и при применении комплексного удобрения КомплеМет (картофель) (96,1 %) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ соответственно.

Несколько ниже товарность клубней была получена при использовании Нутриванта плюс (95,9 %) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ соответственно.

При применении регулятора роста Оксигумат (картофель) и МикроСтива В, Cu товарность клубней снижалась до 94,4 и 92,4 % соответственно.

У среднеспелого сорта Скарб на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ выход мелкой фракции клубней менее 30 мм в структуре урожая составил 18,0 %.

Минимальная доля мелких клубней была получена при применении Оксигумата (картофель) (5,2 %), МикроСтива В, Cu (5,6 %) и Нутриванта плюс (5,7 %) соответственно.

В среднем за 2023–2024 гг. исследований обработка растений у сорта Скарб комплексным удобрением Нутривант плюс, BelFert (картофель) и КомплеМет (картофель) способствовала увеличению крупной фракции клубней более 60 мм до 26,6 и 26,0 %, превышая фон N₇₀P₈₀K₁₂₀ на 16,2 и 15,6 % соответственно. Наибольшей товарностью клубней 94,8 %, 94,4 % и 94,3 % соответственно были отмечены варианты с использованием регулятора роста Оксигумат (картофель) и комплексных удобрений МикроСтим В, Cu и Нутривант плюс.

Заключение

1. Обработка посадок картофеля по вегетирующим растениям комплексными удобрениями Нутривант плюс (картофельный) и КомплеМет (картофель) у среднераннего сорта Манифест по действию на урожайность клубней было равнозначным (39,7 и 39,9 т/га) и повышало её по сравнению с фоновым вариантом (N₇₀P₈₀K₁₂₀) на 5,7 и 5,9 т/га. В этих вариантах была отмечена максимальная урожай-

ность за счет увеличения выхода крупной и средней фракции клубней картофеля. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 21,1 и 21,9 кг соответственно.

2. Максимальная продуктивность картофеля (36,4 т/га) у сорта Скарб, в среднем за 2023–2024 гг. исследований была получена от некорневой подкормки комплексным удобрением КомплеМет (картофель). В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней составила 22,6 кг.

3. Обработка растений у сорта Скарб комплексным удобрением Нутривант плюс, BelFert (картофель) и КомплеМет (картофель) способствовала увеличению крупной фракции клубней более 60 мм до 26,6 и 26,0 %, превышая фон $N_{70}P_{80}K_{120}$ на 16,2 и 15,6 % соответственно.

4. Наибольшей товарностью клубней 94,8 %, 94,4 % и 94,3 % соответственно у сорта Скарб были отмечены варианты с использованием регулятора роста Оксигумат (картофель) и комплексных удобрений МикроСтим В, Си и Нутривант плюс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние густоты посадки и некорневых подкормок на продуктивность картофеля на этапе оригинального семеноводства / М. О. Осовик [и др.] // Картофелеводство и овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – Т. 2. – С. 116–120.
2. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М.: колос, 2000. – 536 с.
3. Влияние доз комплексного азотно-фосфорного-калийного удобрения марки 7-20-30 на урожайность, биометрические и биохимические показатели сортов картофеля при локальном способе его внесения / Д. С. Гасило [и др.] // Картофелеводство и овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – Т. 2. – С. 192–203.
4. Кинидин В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля: учеб. пособие / В. В. Кинидин. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 202 с.
5. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения новых форм комплексных удобрений при возделывании среднераннего сорта картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, Е. Л. Ионас // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 2. – С. 21–24.
6. Ионас, Е. Л. Эффективность применения новых форм комплексных удобрений и регуляторов роста при возделывании среднепозднего картофеля на дерново-подзолистой почве / Е. Л. Ионас // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 86–90.
7. Лапа, В. В. Эффективность применения удобрений Адоб, Басфолиар и Адоб Профит в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа, М. В. Рак // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 3. – С. 28–31.
8. Повышение урожайности раннеспелого сорта картофеля при комплексном применении агротехнологических факторов выращивания / Ю. Р. Ильчук [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск: РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2018. – Т. 26. – С. 214–220.
9. Мишура, О. И. Минеральные удобрения и их применение при современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / О. И. Мишура, И. Р. Вильдфлуш, В. В. Лапа. – Горки, 2011. – 176 с.
10. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 38 с.
11. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н. С. Бацанов [и др.]. – Москва, 1967. – 265 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос. 1985. – 416 с.

СОДЕРЖАНИЕ И ОЦЕНКА АМИНОКИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННО-ЛИСТНОЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВ И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

ЧЖАО СЮЭПИН, Б. В. ШЕЛЮТО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 28.03.2025)

В данной работе были определены типы и содержание аминокислот в листьях сильфии пронзеннолистной первого года жизни при различных почвенных и минеральных условиях, а также проведена оценка аминокислот в соответствии со стандартами CS и AAS.

Результаты показали, что в листьях первого года сильфии было обнаружено 19 видов аминокислот, 8 из которых были незаменимыми. Аминокислотой с относительно высоким содержанием был аспарагин, достигающей 14965,66 мг/г. Не было выявлено никакой разницы в типах аминокислот в разных почвенных условиях, однако содержание аспарагина в красной земле было значительно выше, чем в песчаной. Аминокислоты, присутствующие в умеренных количествах, включают глутаминовую кислоту, аргинин, аланин, тирозин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин. К аминокислотам с низким содержанием относятся цистин, серин, глицин, валин, пролин и глутамин. Азотное питание также оказывает определенное влияние на содержание аминокислот. Увеличение азотных удобрений может значительно увеличить содержание аспарагина. В красной земле содержание гистидина и аргинина значительно увеличивалось с увеличением норм азотного питания. Треонин не был обнаружен ни в одном из экспериментальных условий. Проведена оценка биологической ценности аминокислот в соответствии со стандартами AAS («аминокислотный скор») и CS («химическое число») показывающая, что состав незаменимых аминокислот в листьях сильфии первого года жизни несбалансирован, а содержание треонина, валина и лизина резко недостаточно. Треонин – первая лимитирующая аминокислота, валин – вторая лимитирующая аминокислота, а лизин – третья лимитирующая аминокислота. Если в качестве концентрированного корма используется сильфия первого года жизни, недостаток необходимо компенсировать путем смешивания ее с другими источниками белка.

Ключевые слова: сильфия, типы аминокислот, оценка аминокислот.

In this study, the types and contents of amino acids in the leaves of the first-year *Silphium perfoliatum* were determined under different soil and mineral conditions, and the amino acids were evaluated according to CS and AAS standards. The results showed that 19 kinds of amino acids were found in the leaves of the first year *Silphium*, of which 8 were essential. The amino acid with a relatively high content was asparagine, reaching 14965.66 mg/g. There was no difference in the types of amino acids among different soil conditions, but the asparagine content was significantly higher in red soil than in sandy soil. The amino acids present in moderate amounts include glutamic acid, arginine, alanine, tyrosine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine and lysine. The amino acids with low content include cystine, serine, glycine, valine, proline and glutamine. Nitrogen nutrition also has a certain effect on the amino acid content. An increase in nitrogen fertilizers can significantly increase the asparagine content. In red soil, the histidine and arginine content increased significantly with an increase in nitrogen nutrition rates. Threonine was not detected in any of the experimental conditions. The biological value of amino acids was assessed according to the AAS (Amino Acid Score) and CS (Chemical Score) standards, showing that the composition of essential amino acids in the leaves of the first-year *silphium* is unbalanced, and the content of threonine, valine and lysine is sharply insufficient. Threonine is the first limiting amino acid, valine is the second limiting amino acid, and lysine is the third limiting amino acid. If the first-year *silphium* is used as a concentrated feed, the deficiency must be compensated for by mixing it with other protein sources.

Key words: *silphium*, types of amino acids, amino acid assessment.

Введение

Сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum*) – многолетнее травянистое растение, которое в последние годы привлекло широкое внимание в кормовой промышленности из-за своей высокой биомассы, высокой устойчивости к стрессам и высокой питательной ценности [1]. В сельском хозяйстве сильфия широко используется в качестве высококачественного источника корма для скота, особенно жвачных, благодаря высокому содержанию белка и богатству минеральных элементов. Высокие показатели биомассы позволяют производить большое количество корма с единицы площади, что значительно повышает эффективность землепользования.

Аминокислоты являются основными строительными блоками белка, а их типы и содержание оказывают важное влияние на качество корма [2]. Белок является основой роста и развития животных, иммунной функции и метаболической активности, а аминокислотный состав напрямую определяет питательную ценность белка. В зависимости от влияния и специфической роли аминокислот на качество кормов их часто делят на три категории: незаменимые аминокислоты, лимитирующие аминокислоты и заменимые аминокислоты. Незаменимые аминокислоты – это аминокислоты, которые не могут быть синтезированы или синтезируются в недостаточном количестве у животных и должны поступать с кормом. К распространенным незаменимым аминокислотам относятся лизин, метионин, треонин, триптофан, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и гистидин. Содержание и соотношение

незаменимых аминокислот в кормах напрямую влияют на рост, развитие и продуктивность животных. Дефицит может привести к замедлению роста и снижению конверсии корма. Несбалансированное соотношение аминокислот приведет к потере некоторых аминокислот и увеличению затрат на корм. Лимитирующие аминокислоты – это те аминокислоты, содержание которых в корме наименьшее и которые в первую очередь ограничивают использование белка животным. К распространенным лимитирующим аминокислотам в кормах относятся лизин, метионин и треонин. Добавляя лимитирующие аминокислоты, можно улучшить коэффициент использования белка в корме и снизить затраты на корм. Заменяемые аминокислоты – это аминокислоты, которые могут синтезироваться организмом животного, но при определенных обстоятельствах, таких как стресс, болезнь или быстрый рост, потребность животного в некоторых заменимых аминокислотах увеличивается. Например: аргинин играет важную роль в регуляции иммунитета и репродуктивной функции. Глутамин является важным источником энергии для клеток кишечника и необходим для поддержания здоровья кишечника [3]. Тип и содержание аминокислот являются ключевыми факторами, определяющими качество кормов, а также важными показателями для оценки качества кормов.

Однако питательная ценность продукта зависит и от того, какая его доля способна усваиваться организмом. Помимо технологических особенностей, питательная ценность белкового комплекса определяется его физико-химическими свойствами, а также соответствием аминокислотного состава белка составу тех белков, на построение которых он используется в организме человека или животных. Содержание и степень использования поступающих в организм аминокислот характеризует их биологическую ценность.

Для расчета биологической ценности белка применяют биологические и расчетные методы. Проведение биологических исследований на живых организмах позволяет наиболее объективно рассчитать биологическую ценность того или иного продукта. В связи с тем, что проведение биологических исследований на живых организмах в практике не всегда представляется возможным, существуют расчетные методы биологической оценки продукции. Следует учитывать, что расчетные методы дают возможность определить лишь относительную биологическую ценность продукта, в то время как на живых организмах можно получить более объективное представление о питательности исследуемого продукта. Вместе с тем, применение расчетных методов определения биологической ценности белка позволяет эффективно их использовать как при проведении исследований, так и при практическом внедрении научных разработок. При расчете биологической ценности продуктов питания и кормов сравнивают состав и содержание аминокислот их белков с содержанием аминокислот в эталонных белках (белок куриного яйца – метод «химического числа» или «эталонный белок» ФАО/ВОЗ) – метод «аминокислотного сора» [7, 8].

Поэтому целью наших исследований явилось изучение содержания аминокислот в силъфии пронзеннолистной, являющейся ценной кормовой культурой в кормлении сельскохозяйственных животных, в зависимости от типа почвы, а также рассчитать биологическую ценность белка.

Основная часть

Силъфия обладает высокой стрессоустойчивостью и может расти на бедных почвах и в неблагоприятных климатических условиях, что снижает зависимость сельскохозяйственного производства от химических удобрений и орошения, а также имеет значительные экологические и экономические преимущества. В данной работе изучены аминокислотный состав и оценка биологической ценности аминокислот в соответствии со стандартами AAS («аминокислотный скор») и CS («химическое число») при различных почвенных условиях и уровня минерального питания. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Тип почвы	Уровень минерального питания
Песчаная почва	P ₆₀ K ₉₀ (фон) [A]
Краснозем	Фон+N ₉₀ [B]
	Фон+ N ₁₂₀ [C]

Агрохимические показатели почвы опытных участков перед закладкой опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Агрохимические показатели почвы

Тип почвы	pH	Органическое вещество (g/kg)	Общий азот (g/kg)	Общий фосфор (g/kg)	Калий общий (g/kg)	Быстродействующий фосфор (mg/kg)	Быстродействующий калий (mg/kg)
Песчаная почва	8.30	2.69	0.24	0.23	1.59	5.55	69.19
Краснозем	5.90	31.19	2.05	0.65	13.33	17.68	118.86

Аминокислотный состав белка в листьях силъфии определяли по почвенным разностям и уровням минерального питания, который представлен в табл. 3.

Таблица 3. Содержание аминокислот в листьях сельфий первого года жизни в зависимости от типа почвы и уровня минерального питания, мг/г

Название аминокислоты	Песчаная почва			Краснозем		
	ГруппаА	ГруппаВ	ГруппаС	ГруппаА	ГруппаВ	ГруппаС
Аспарагиновая кислота	461.82	548.21	582.66	723.73	803.32	731.68
Глутамат	138.93	158.63	195.92	108.06	135.22	270.96
Цистин	214.43	220.73	324.18	0.00	0.00	0.00
Серин	45.39	48.33	49.12	121.13	173.01	210.70
Глицин	36.20	34.03	39.95	42.23	48.11	38.76
Гистидин	1576.61	1357.52	1850.52	1628.52	3093.27	2549.93
Аргинин	252.79	185.90	584.94	765.74	922.69	966.33
Аспарагин	1720.47	1926.02	5240.97	7731.56	13861.84	14965.66
Треонин	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Аланин	66.68	79.17	193.40	287.01	501.68	514.32
Пролин	0.00	37.86	35.27	37.13	0.00	36.21
Глютамин	245.75	0.00	147.27	143.33	307.23	387.03
Тирозин	198.65	303.62	186.78	176.86	155.37	164.40
Валин	41.75	53.12	44.75	41.24	41.26	40.70
Метионин	62.01	62.45	98.42	70.26	76.70	71.18
Триптофан	1641.41	1453.39	1445.14	1121.04	1143.01	1498.61
Изолейцин	147.94	168.28	145.32	169.90	167.79	153.13
Лейцин	119.93	115.87	136.88	150.35	167.07	148.09
Фенилаланин	99.45	92.83	93.22	113.94	148.22	120.31
Лизин	64.40	67.12	65.16	85.97	105.55	84.22

Согласно данным, представленным в табл. 3, в структуре белка сельфий обнаружено 19 аминокислот. Треонин не был обнаружен ни в одном из экспериментальных условий. Аминокислотой с относительно высоким содержанием в красноземе на фоне с внесением азота 120 кг/га д.в. был аспарагин, максимальное содержание которого достигало 14965,66 мг/г. Было обнаружено восемь незаменимых аминокислот, но цистин не был обнаружен в красной почве (песчаная почва: 214,43–324,18 мг/г). Это может быть связано с тем, что низкая доступность серы в кислой почве ограничивает синтез серосодержащих аминокислот (цистин, метионин) [4].

На рис. 1 и 2 представлено графическое содержание аминокислот в белке сельфий по типам почв уровням минерального питания.

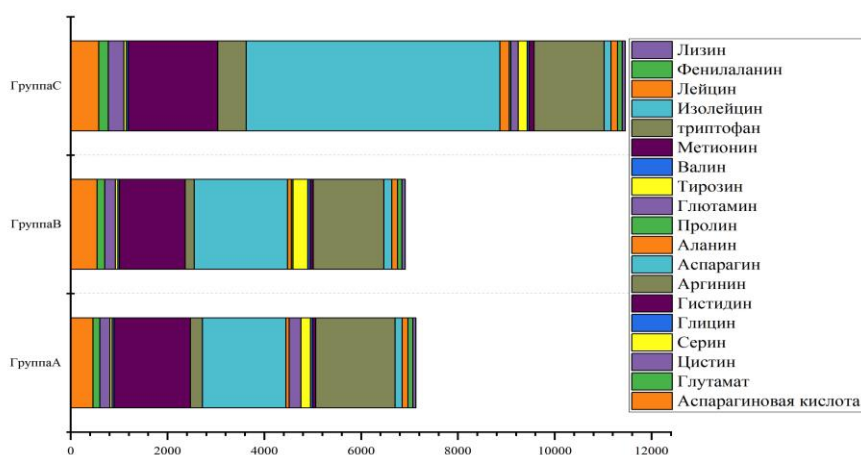


Рис. 1. Содержание аминокислот в песчаной почве в зависимости от агрофона, мг/г

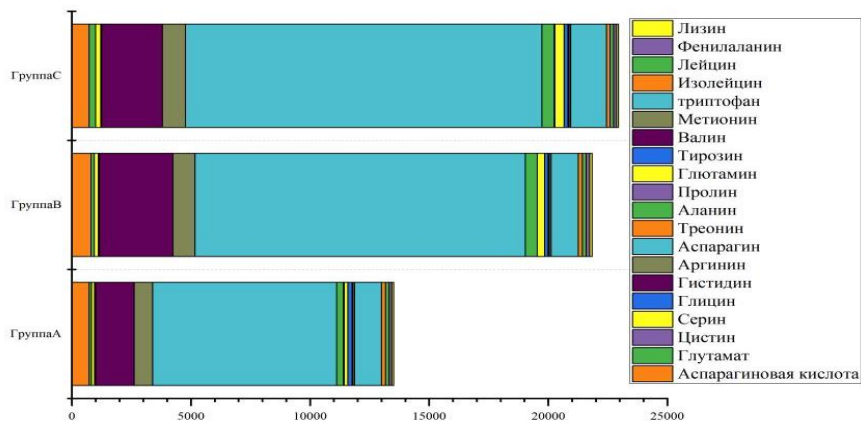


Рис. 2. Содержание аминокислот в красноземе в зависимости от агрофона, мг/г

Как видно из рис. 1 и 2 и табл. 3, распределение содержания аминокислот выглядит следующим образом: к типам аминокислот с высоким содержанием относятся аспарагин, гистидин и триптофан. Аминокислоты, присутствующие в умеренных количествах, включают глутаминовую кислоту, аргинин, аланин, тирозин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин. К аминокислотам с низким содержанием относятся цистин, серин, глицин, валин, пролин и глутамин. Распределение гистидина и триптофана в двух почвах было различным. Содержание гистидина в красной почве (1628,52–3093,27 мг/г) было выше, чем в песчаной почве (1576,61–1850,52 мг/г), что может быть связано с более высоким содержанием оксидов железа и алюминия в красной почве. Имидазольная группа гистидина обладает способностью хелатировать металлы и может участвовать в реакции растений на стресс, вызванный тяжелыми металлами [5].

Содержание гистидина в песчаной почве достигало 1576,61–1850,52 мг/г, содержание аспарагина может достигать 1720,47–5240,97 мг/г, а содержание триптофана может достигать 1445,14–1641,41 мг/г. Содержание аспарагина в красной почве может достигать 7731,56–14965,66 мг/г, содержание гистидина может достигать 1628,52–3093,27 мг/г, а содержание триптофана может достигать 1121,04–1498,61 мг/г. Однако содержание аспарагина в красноземе значительно выше, чем в песчаном. Это тесно связано с pH почвы и доступностью азота. Красноземы, как правило, имеют высокую кислотность (pH = 5,9), что может подавлять активность глутаминсинтетазы (ГС), заставляя растения преобразовывать свободный азот в аспарагин вместо глутамин [6]. Кроме того, аспарагин является формой хранения азота, и его высокое накопление может отражать адаптацию азотного метаболизма растений к кислой среде.

Удобрение также оказывает определенное влияние на содержание аминокислот. Увеличение азотных удобрений может значительно увеличить содержание аспарагина. В песчаной почве увеличение азотных удобрений (90 кг/га или 120 кг/га) значительно увеличило содержание аспарагина (с 1720,47 мг/г до 5240,97 мг/г). В красноземе содержание гистидина и аргинина значительно увеличивалось с увеличением азотных удобрений.

На основании данных, представленных в табл. 3, был проведен анализ незаменимых аминокислот в силфий. Результаты показаны на рис. 3–4.

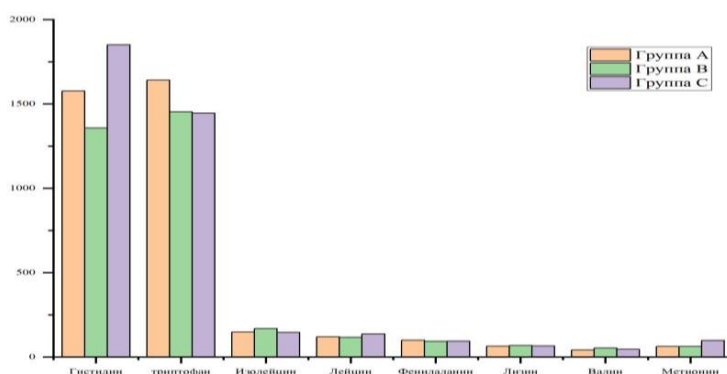


Рис. 3. Содержание незаменимых аминокислот в песчаной почве в зависимости от уровня азотного питания, мг/г

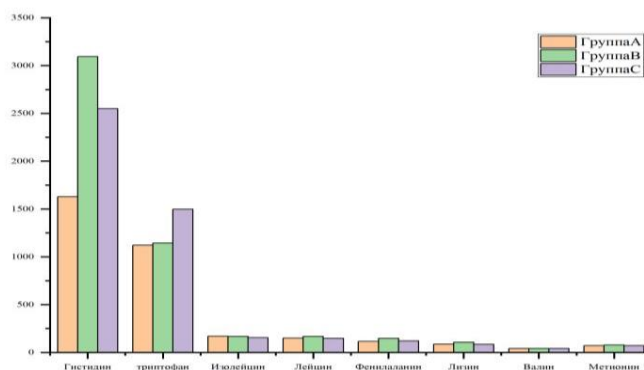


Рис. 4. Содержание незаменимых аминокислот в красноземе в зависимости от уровня азотного питания, мг/г.

В листьях силфий было обнаружено 8 незаменимых аминокислот, среди которых треонин не был обнаружен. Это может быть связано с тем, что образцы не были собраны в период вегетативного роста (до цветения), и активность синтеза треонина может быть относительно низкой. Содержание гистидина и триптофана было значительно выше, чем других незаменимых аминокислот, что может указывать на специфическое обогащение гистидином и триптофаном, и это необходимо подтвердить

с помощью метаболомного анализа. Оценка биологической ценности аминокислот проводилась в соответствии со стандартами AAS («аминокислотный скор») и CS («химическое число») [7], результаты представлены в табл. 4. Если CS и AAS меньше или равно 100 %, это означает, что аминокислота является лимитирующей.

Таблица 4. Оценка биологической ценности аминокислот силфий пронзеннолистной, в зависимости от условий возделывания

Название аминокислоты	Песчаная почва								
	ГруппаА			ГруппаВ			ГруппаС		
	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)
Изолейцин	18.85	47.13	34.91	22.14	55.36	41	11.53	28.83	21.36
Лейцин	15.28	21.83	17.77	15.25	21.78	17.73	10.86	15.52	12.63
Лизин	8.21	14.15	11.72	8.83	15.23	12.62	5.17	8.92	7.39
Метионин + Цистеин	35.22	140.9	61.8	37.26	149.04	65.37	33.54	134.16	58.84
Фенилаланин + Тирозин	37.98	60.29	39.57	52.16	82.8	54.34	22.22	35.27	23.15
Треонин	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Триптофан	209.15	1901.36	1230.29	191.24	1738.5	1124.91	114.69	1042.67	674.67
Валин	5.32	10.64	8.06	6.99	13.98	10.59	3.55	7.1	5.38
Гистидин	200.89	1339.29	—	178.62	1190.81	—	146.87	979.11	—
Название аминокислоты	Краснозем								
	ГруппаА			ГруппаВ			ГруппаС		
	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)	Содержание (мг/г)	CS (%)	AAS (%)
Изолейцин	11.43	28.56	21.16	6.98	17.45	12.93	6.07	15.16	11.23
Лейцин	10.11	14.44	11.76	6.95	9.93	8.08	5.87	8.38	6.82
Лизин	5.78	9.97	8.26	4.39	7.57	6.27	3.34	5.75	4.77
Метионин + Цистеин	4.73	18.9	8.29	3.19	12.76	5.6	2.82	11.28	4.95
Фенилаланин + Тирозин	19.56	31.04	20.37	12.63	20.05	13.16	11.28	17.9	11.75
Треонин	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Триптофан	75.39	685.37	443.47	47.55	432.31	279.73	59.36	539.62	349.16
Валин	2.77	5.55	4.2	1.72	3.43	2.6	1.61	3.22	2.44
Гистидин	109.52	730.12	—	128.69	857.95	—	101	673.33	—

Результаты показали, что содержание треонина, валина и лизина в листьях первого года силфий было серьезно недостаточным, Треонин – первая лимитирующая аминокислота, валин – вторая лимитирующая аминокислота, а лизин – третья лимитирующая аминокислота. Также недостаточно было изолейцина, лейцина, метионин + цистеин и фенилаланин + тирозин. Этот результат может быть связан с особенностями многолетнего роста силфий, которая в первый год формирует больше корневую систему и не реализует свой продуктивный потенциал. Если в качестве источника кормового белка используется силфий первого года жизни, дефицит необходимо компенсировать путем смешивания ее с другими белково содержащими культурами. И только триптофана, и гистидина было в достаточном количестве.

Закключение

В составе белка листьев силфий пронзеннолистной первого года жизни содержатся все незаменимые аминокислоты, кроме треонина. Содержание триптофана может достигать 1445,14–1641,41 мг/г, гистидина – 1357,52–3093,37 мг/г. Среди лимитирующих аминокислот первой является треонин, второй – валин, а лизин – третьей. Если в качестве концентрированного корма используется силфий первого года жизни, недостаток необходимо компенсировать путем смешивания ее с другими источниками белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Peni D, Stolarski M J, Bordiean A, et al. Silphium perfoliatum—a herbaceous crop with increased interest in recent years for multi-purpose use[J]. Agriculture, 2020, 10(12): 640.
2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: National Academies Press [EB/OL]. – (2021).
3. Wu G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition[J]. Amino acids, 2009, 37: 1–17.
4. Hawkesford M J. Sulfur and plant ecology: a central role of sulfate transporters in responses to sulfur availability[M]//Sulfur in plants an ecological perspective. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007: 1–15.
5. Jacob R H, Afify A S, Shanab S M, et al. Chelated amino acids: biomass sources, preparation, properties, and biological activities[J]. Biomass Conversion and Biorefinery, 2024, 14(3): 2907–2921.
6. Leng X, Wang H, Cao L, et al. Overexpressing GLUTAMINE SYNTHETASE 1; 2 maintains carbon and nitrogen balance under high-ammonium conditions and results in increased tolerance to ammonium toxicity in hybrid poplar[J]. Journal of Experimental Botany, 2024, 75(13): 4052–4073.
7. Кукреш, Л.В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу / Л. В. Кукреш, И. В. Рышкель // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук: навуны журнал. – 2008. – N 1. – С. 36–40.
8. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.

ГРАДАЦИЯ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЦИНКА

М. А. ПАСТУХОВА

Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Брест, Республика Беларусь, 224030, e-mail: pastukhova.marina@inbox.ru

Б. В. ШЕЛЮТО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 28.03.2025)

В статье приводится мониторинг и оценка обеспеченности цинком травяных кормов предприятий АПК Брестской области. Оценка обеспеченности проводилась путем распределения кормов по градационным группам в зависимости от концентраций в них элемента. Представлены картосхемы исследуемых предприятий (всего 89 предприятий 9 районов Брестской области) и наглядная иллюстрация долевого отношения концентраций цинка в получаемых субъектами хозяйств кормах урожая 2021; 2022; 2023 гг. Данные представлены с учетом ботанического состава: однолетние культуры (силос кукурузный) и многолетние травы (сенаж). Отмечены общие закономерности обеспеченности травяных кормов цинком. Установлено, что на концентрацию и контрастность исследуемого элемента в травяных кормах оказывают влияние следующие факторы: расчлененность рельефа, определяющего расположение элементарных геохимических ландшафтов, ботанический состав, погодно-климатические условия вегетационных периодов заготовки, геохимические барьеры миграции элементов в почве (технологические аспекты возделывания). Установлена ярко выраженная дифференция содержания цинка в кормах разного ботанического состава независимо от сопряженных элементов рельефа. Относительно высокие концентрации Zn в травяных кормах отмечены в Жабинковском районе, что в большей степени объясняется и определяется наличием геохимических барьеров, задерживающих элемент в почве. Отмечается перманентная пестрота и неоднородность содержания Zn в кукурузном силосе предприятий Ивановского, Дрогичинского и Кобринского районов, что, на наш взгляд, в наибольшей степени определено закономерным распределением и миграцией элемента с учетом рельефа и естественных барьеров.

Ключевые слова: травяные корма, ландшафт, эссенциальный элемент, концентрация, контрастность.

The article presents monitoring and assessment of zinc availability in grass forages of agricultural enterprises in the Brest region. Availability was assessed by distributing forages into gradation groups depending on the concentrations of the element in them. The article presents maps of the studied enterprises (a total of 89 enterprises in 9 districts of the Brest region) and a visual illustration of the proportional ratio of zinc concentrations in the forages received by farm entities for the harvest of 2021; 2022; 2023. The data are presented taking into account the botanical composition: annual crops (corn silage) and perennial grasses (haylage). General patterns of zinc availability in grass forages are noted. It has been established that the concentration and contrast of the studied element in grass forages are influenced by the following factors: ruggedness of the relief, which determines the location of elementary geochemical landscapes, botanical composition, weather and climatic conditions of the growing seasons of harvesting, geochemical barriers to element migration in the soil (technological aspects of cultivation). A pronounced differentiation of zinc content in forages of different botanical compositions was established, regardless of the associated relief elements. Relatively high concentrations of Zn in grass forages were noted in the Zhabinka district, which is largely explained and determined by the presence of geochemical barriers that retain the element in the soil. Permanent variegation and heterogeneity of Zn content in corn silage of enterprises in the Ivanovo, Drohichin and Kobrin districts is noted, which, in our opinion, is largely determined by the regular distribution and migration of the element, taking into account the relief and natural barriers.

Key words: grass forages, landscape, essential element, concentration, contrast.

Введение

Баланс минеральных веществ является важным фактором кормления сельскохозяйственных животных, способствующим поддержанию их здоровья, производительности и качества получаемой продукции. Минеральные вещества поступают в организм животных главным образом с растительной пищей и в меньшей степени – с питьевой водой. Обеспеченность растений макро- и микроэлементами – важнейший агроэкологический фактор, понимание которого с учетом геохимии почв и особенностей миграции элементов в ландшафте позволяет составлять прогнозы качества получаемой продукции и принимать своевременные меры по предотвращению развития неблагоприятных ситуаций, вызывающих элементозы животных. По данным [1–5] на территории Республики Беларусь распространены биогеохимические провинции, где в кормах и воде сельскохозяйственных предприятий наблюдается дефицит йода, селена, кобальта и цинка, вызывающие соответствующие гипомикроэлементозы у животных.

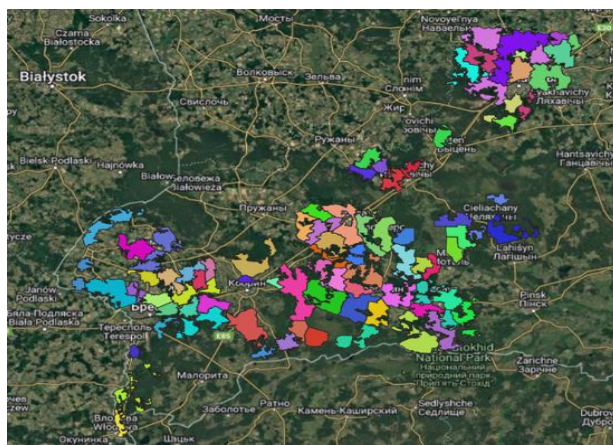
Цинк – незаменимый элемент, участвующий во многих ферментативных реакциях, протекающих в организме животных. Он входит в состав более 30 ферментов и участвует в процессах дыхания, кроветворения, оплодотворения и воспроизводства животных, регулирует газовый, водный, углеводный, минеральный и азотный обмен, играет огромную роль в активности иммунной системы, повышает физиологическую активность витаминов [4, 5]. Дефицит цинка в рационе КРС сопровождается нару-

шениями воспроизводительной функции, уменьшением переваримости и усвояемости основных питательных веществ кормов, снижением привесов животных [1, 2, 5]. По данным М. В. Шупика [6], клинические проявления дефицита цинка у животных проявляются при его содержании в рационе менее 20 мг/кг корма. Вместе с тем, избыточное поступление элемента с кормом может вызывать токсические эффекты. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, переизданному в 2008 г., цинк отнесен к химическим веществам первого класса опасности (вещества высокоопасные) [7, 8].

Основная часть

Настоящие исследования проводились с целью мониторинга и оценки фактического содержания в травяных кормах эссенциальных элементов (Zn), выявления закономерностей его распределения и накопления в консервированных травяных кормах сельскохозяйственных предприятий Брестской области. Анализ проводился атомно-эмиссионным методом на приборе iCAP 7200 DUO по ГОСТ ISO 22036-2014; ГОСТ 30823-2002. Статистическая подготовка материала проводилась при помощи компьютерной программы баз данных Microsoft Office Access, математическая обработка данных – при помощи программы Microsoft Office Excel, создание картосхем – при помощи программы QGIS. Оценку обеспеченности кормов эссенциальными элементами проводили в образцах консервированных травяных кормов (силос кукурузный, сенаж из многолетних трав) урожая 2021, 2022 и 2023 годов по пяти градационным группам относительно нормы (1).

1. 0–0,5;
2. 0,51–0,99;
3. 1;
4. 1,1–1,5;
5. 1,51–2 и более.

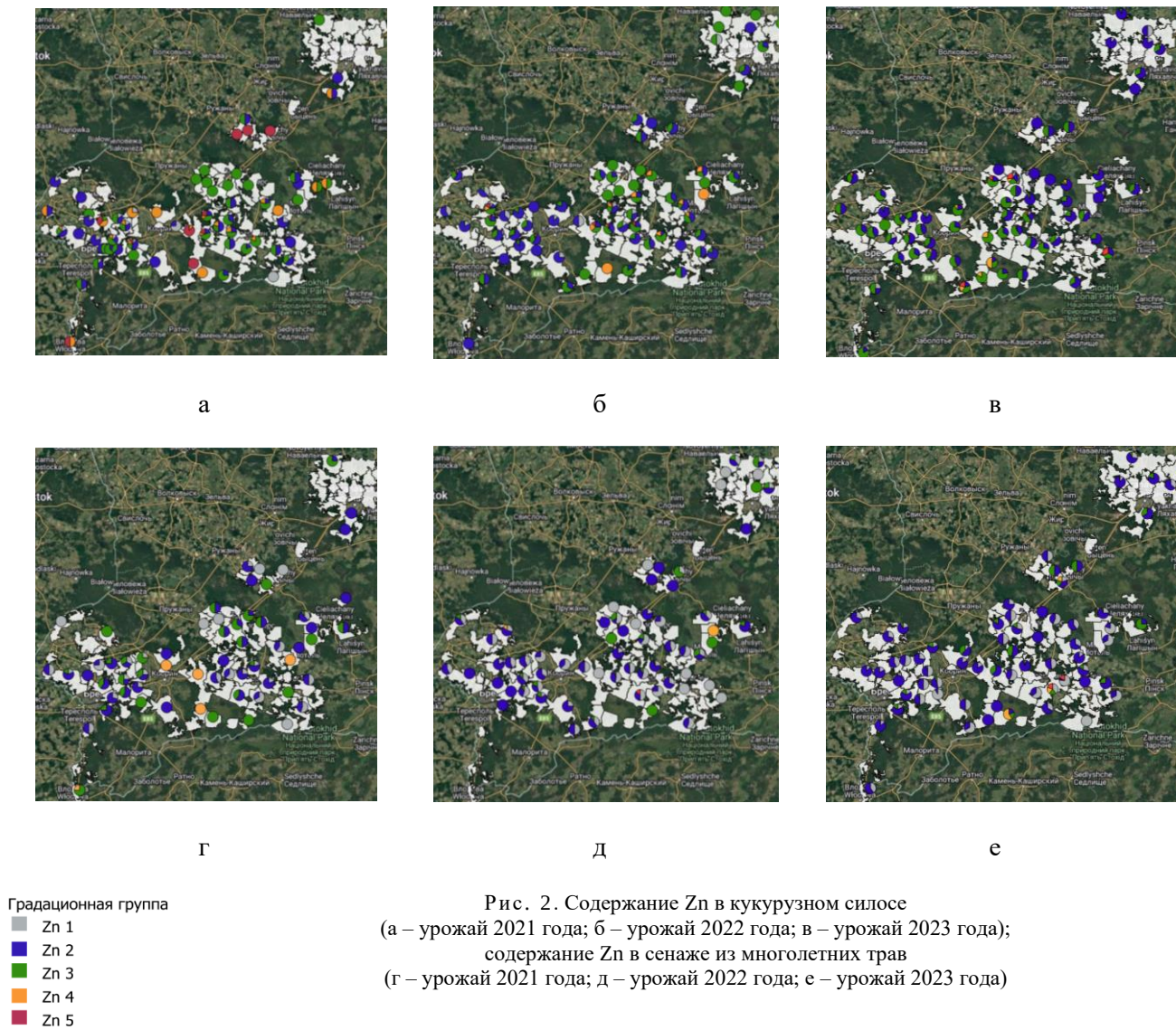


Проведена группировка исследуемых образцов (5 групп) по содержанию в них цинка относительно рекомендуемой нормы (1), составляющей 10–15 мг/кг корма. Пример распределения травяных кормов 2023 года заготовки представлен в табл. 1.

Таблица 1. Содержание Zn в консервированных кормах (урожай 2023 года), %

Район	силос					сенаж				
	группа					группа				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Барановичский	6,3	75,8	16,8	1,1		43,5	43,5	13		
Березовский		53,6	33,3	2,4	10,7	28,6	66,1	5,3		
Брестский	2,4	42,9	50,0	1,2	3,5	20,3	71,6	8,1		
Дрогичинский	3,3	48,0	46,3	1,2	1,2	48,2	40,4	7,9	0,9	2,6
Жабинковский	2,6	51,9	44,2	1,3		47,4	46,7	5,9		
Ивановский	2,2	64,4	29,0	2,2	2,2	42,9	50	7,1		
Ивацевичский	1,6	64,1	31,3	3		31,2	56,2	10,4	2,2	
Каменецкий		56,9	40,0	3,1		34	58,5	7,5		
Кобринский		16,7	67,5	13,5	2,3	16,4	64,3	19,3		
Всего по районам	2,3	51,1	41,8	0,72	4,0	36,5	53,4	9,1	0,3	0,7

Данные табл. 1 показывают неравномерное распределение элемента в травяных кормах. Определен дефицит Zn относительно нормы. Более 50 % кукурузного силоса, заготавливаемого предприятиями исследуемых районов обеспечены цинком на 0,5 от необходимого количества; более 89 % – доля сенажей из многолетних трав, обеспеченных Zn на 0,5 от нормы. Наиболее богаты Zn силоса Брестского, Дрогичинского, Жабинковского и Кобринского районов; сенажи – Березовского, Брестского и Кобринского района.



Согласно геохимической классификации элементов по особенностям их миграции в ландшафтах, цинк относится к подвижным и слабоподвижным в окислительной и глеевой обстановках и инертным в восстановительной сероводородной обстановке. Zn более подвижен в кислой и слабокислой среде и менее подвижен в нейтральной и щелочной. Осаждается в щелочном барьере [16].

Рельеф, охватывающий район исследований, преимущественно выровненный, представлен эллювиальными ландшафтами равнин и холмистых возвышенностей, без крутых склонов, и подчиненными трансграничными и аккумулятивными звеньями катен, что обуславливает преимущественно радиальный тип миграции и низкую латеральную миграцию элементов в почве и характеризуется промывным и застойно-промывным типом водного режима.

Как видно на рис. 2, содержание Zn в травяных кормах в большей части представлено во 2-й группе (0,51–1 от нормы). Характерно более равномерное распределение элемента в образцах сенажей из многолетних трав сельскохозяйственных предприятий, охватывающих территории всех звеньев катен.

Пестрота и неоднородность кормов по содержанию элемента в кукурузном силосе, отмечены в кормах Ивановского, Дрогичинского и Кобринского районов, что, как отмечалось выше, обусловлено наряду с закономерным распределением и миграцией элемента с учетом рельефа и естественных барьеров, биологическим характером усвоения элемента растениями. Более высокие значения Zn отмеченные в кукурузном силосе, в большей части можно объяснить избирательностью и биологической регуляцией интенсивности поглощения Zn растениями, а также технологией выращивания и внесении более высоких чем под многолетние культуры доз удобрений.

Относительно высокие концентрации отмечены в кормах предприятий Жабинковского района. Территория Жабинковского района в большей мере представлена волнистыми и покатоволнистыми флювиогляциальными равнинами и низменностями. Основную часть территории занимают дерново-подзолистые почвы, в том числе подстилаемые песками (около 80 %), характеризующимися в основном промывным типом водного режима и радиальной миграции элементов в почве), подстилаемые глинами и суглинками – около 15 % (характеризующимися застойно-промывным типом водного режима и преимущественно радиальной миграцией элементов в почве). Учитывая, что интенсивность миграции и выноса элементов из пахотного горизонта обеспечивается преимущественно промывным типом водного режима сельскохозяйственных угодий, то целесообразно предположить, что должно быть активное вымывание элемента из пахотного горизонта почв. Повышенное содержание Zn в травяных кормах можно объяснить наличием геохимических барьеров, задерживающих элемент в почве. Возможно, это обусловлено внесением отхода ОАО «Жабинковский сахарный завод» (дефеката) в качестве удобрения, тем самым способствуя раскислению почв, создающего щелочной барьер для миграции элемента.

Наибольшая контрастность Zn в кормах Ивановского района (ОАО «Ополь-Агро», ОАО «Псыщев-Агро», ОАО «Тышковичи-Агро»); Дрогичинского района (ОАО «Агро-Детковичи», ОАО «Осиповичи», ОАО «Брашевичи», ОАО «Бездеж-Агро»); Кобринского района (ОАО «Городец-Агро», ОАО «Днепро-Бугское», ОАО «Дружба народов»). Выражены более высокие и равномерные концентрации в Березовском, Брестском, Кобринском районах.

Заключение

Не выявлены сильные математические корреляционные зависимости между фактическим содержанием исследуемых эссенциальных элементов в зеленой массе исследуемых образцов травяных кормов.

Рельеф, охватывающий район исследований, преимущественно выровненный, представлен эллювиальными ландшафтами равнин и холмистых возвышенностей, без крутых склонов, и подчиненными трансграничными и аккумулятивными звеньями катен, что обуславливает преимущественно радиальный тип миграции и низкую латеральную миграцию элементов в почве и характеризуется промывным и застойно-промывным типом водного режима.

Отмечены закономерности в общей обеспеченности травяных кормов цинком. Установлено, что на концентрацию и контрастность исследуемого элемента в травяных кормах оказывают влияние следующие факторы: *расчлененность рельефа*, определяющего расположение элементарных геохимических ландшафтов, *ботанический состав*, *погодно-климатические условия* вегетационных периодов заготовки, *геохимические барьеры* миграции элементов в почве (технологические аспекты возделывания).

Установлена ярко выраженная дифференция содержания в кормах разного *ботанического состава* независимо от сопряженных элементов рельефа. Характерным представляется более равномерное распределение Zn в образцах сенажей из многолетних трав и большая концентрация и контрастность Zn в кукурузном силосе. Отмечены относительно высокие концентрации Zn в кормах Жабинковского

и Брестского районов. Целесообразно предположить, что повышенное содержание Zn в травяных кормах является следствием наличия *геохимических барьеров*, задерживающих элемент в почве. Возможно, это обусловлено внесением отхода ОАО «Жабинковский сахарный завод» (дефеката) в качестве удобрения, тем самым способствуя раскислению почв, создающего щелочной барьер для миграции элементов.

Пестрота и неоднородность кормов по содержанию Zn в кукурузном силосе отмечены в кормах Ивановского, Дрогичинского и Кобринского районов, что, на наш взгляд, в наибольшей степени определено закономерным распределением и миграцией элемента с учетом *рельефа и естественных барьеров*.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.; подпрограмма 1 «Природные ресурсы и их рациональное использование»; задание №2 «Оценка загрязнения тяжелыми металлами и иными экотоксикантами почв, вод, биологических объектов природных и природно-техногенных геосистем юго-запада Беларуси и научное обоснование минимизации сопутствующих экологических рисков» в рамках задания «природные ресурсы и окружающая среда 1.02» «Оценка и оптимальная пространственно-временная организация природных и техногенных подсистем в городах и зонах их влияния для целей устойчивого развития» (№ ГР 20210310. на 2021–2025 гг.)

Мы выражаем признательность и благодарность комитету по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского облисполкома за помощь и предоставление статистических сведений по результатам работы молочного скотоводства Брестской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г. А. Богданов. – М.: Колос, 1981. – 432 с.
2. Дмитроченко, А. П. Кормление сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко, Д. Д. Пшеничный. – Л.: Колос, 1975. – 460 с.
3. Костин, А. П. Физиология сельскохозяйственных животных / А. П. Костин, Ф. А. Сысоев. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашников [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 352 с.
5. Полноценное кормление высокопродуктивных коров / А. Ф. Карпенко [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Институт радиобиологии. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 430 с.
6. Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки: БГСХА, 2014. – 236 с.
7. Ветеринарно-санитарные правила по безопасности кормов и кормовых добавок: Утверждены постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 28 апреля 2008 г. № 48. – Минск: Главное управление ветеринарии и Государственная продовольственная инспекция Минсельхозпрода РБ, 2008 г. – 16 с.
8. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов: Утверждены постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10 февраля 2011 г. № 10. – Минск: СООО «ИПА «Регистр», 2011 г. – 28 с.
9. Green N. E., Graham S. O., Schenck N. C. The influence of pH on the germination of vesiculararbuscular mycorrhizal spores. – *Mycologia*, 1976. – V.68. – P. 919–934.
10. Чижилова, Н. П. Необратимые изменения минералогического состава почв и проблемы их устойчивости к антропогенному воздействию / Н. П. Чижилова // Экология и почвы: Избранные лекции 1-7 школ. – Пушкино, 1998. – С. 65–74.
11. Шильников, И. А. Результаты работ лаборатории известкования почв ВИУА (1932–2000 гг.) / И. А. Шильников, Н. И. Аканова // История развития агрохим. исслед. в ВИУА. М. – 2001. – С. 155–178.
12. Левшук, О. Н. Риск загрязнения тяжелыми металлами урбаноэмов г. Горки / О. Н. Левшук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 217–225.
13. Мыслыва, Т. Н. Рекомендации по ведению экологически безопасного огородничества в условиях негативного воздействия урбанизированной среды / Т. Н. Мыслыва, О. Н. Левшук. – Горки: БГСХА, 2022. – 58 с.
14. Травникова, Л. С. Органоминеральное взаимодействие: роль в процессах формирования почв, их плодородие и устойчивости к деградации / Л. С. Травникова. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2012. – 296 с.
15. Азаренко, Ю. А. Закономерности содержания, распределения, взаимосвязей микроэлементов в системе почва-растение в условиях юга Западной Сибири / Ю. А. Азаренко. – Омск: Изд-во Вариант-Омск, 2013. – 232 с.
16. Перельман, А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1975. – 346 с.

БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИНИЙ ТОМАТА ЧЕРРИ С ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТЬЮ

А. Г. ХМАРСКИЙ, М. М. ДОБРОДЬКИН, И. Г. ПУГАЧЕВА, Т. В. НИКОНОВИЧ,
Н. Ю. ЛЕЩИНА, А. М. ДОБРОДЬКИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
г. Минск, Республика Беларусь, 220027

(Поступила в редакцию 02.04.2025)

В статье представлены результаты исследований, направленные на оценку влияния сроков опыления стерильных форм томата черри на процент завязываемости и среднюю массу плода, и их семенную продуктивность. В эксперименте анализировались пять стерильных линий (19/2-3, 19/2-1, 19/1-4, 19/1-3, 19/1-1) при различных временных интервалах в двух вариантах. Основными параметрами были: завязываемость плодов, масса плода, количество семян в плоде и в расчете на 1 кг плодов, оценка степени гибридности семян. При оценке 2–4 кистей максимальная завязываемость плодов (до 100 %) отмечалась у образцов 19/2-1 и 19/1-1, при этом масса плода достигала 48 г, а количество семян варьировало от 26 до 63 шт. Анализ 5–7 кистей установил завязываемость 95% (образец 19/1-1 на этапе 48 часов после фазы желто-зеленого бутона) с массой плодов до 54 г (образец 19/2-3). Наибольшая семенная продуктивность зарегистрирована у образца 19/1-4 – 2626 шт/кг.

Сравнительный анализ данных для 2–4 и 5–7 кистей продемонстрировал сходные тенденции в зависимости от времени опыления, но на более поздних кистях отмечена меньшая масса плодов и их семенная продуктивность. Результаты исследования подчеркивают значимость выбора оптимальных условий опыления для повышения урожайности и качества томатов. Предложена упрощенная технология получения гибридных семян на основе материнских форм с функциональной мужской стерильностью и маркерным признаком «картофельный лист», включающая опыление цветков без предварительной кастрации с изоляцией и маркировкой цветков. Установлен оптимальный срок опыления цветков 2–4 кистей – это через 24–48 часов после фазы желто-зеленого бутона, для цветков 5–7 кистей – через 48–96 часов.

Ключевые слова: томат черри, гибрид, защищенный грунт, осеменённость, степень гибридности семян, функциональная мужская стерильность.

The article presents the results of studies aimed at assessing the effect of pollination timing of sterile cherry tomato forms on the percentage of fruit set and average fruit weight, and their seed productivity. In the experiment, five sterile lines (19/2-3, 19/2-1, 19/1-4, 19/1-3, 19/1-1) were analyzed at different time intervals in two variants. The main parameters were: fruit set, fruit weight, number of seeds in the fruit and per 1 kg of fruit, assessment of the degree of seed hybridity. When assessing 2–4 clusters, the maximum fruit set (up to 100 %) was observed in samples 19/2-1 and 19/1-1, while the fruit weight reached 48 g, and the number of seeds varied from 26 to 63 pcs. Analysis of 5–7 clusters revealed a fruit set of 95% (sample 19/1-1 at the stage of 48 hours after the yellow-green bud phase) with a fruit weight of up to 54 g (sample 19/2-3). The highest seed productivity was recorded for sample 19/1-4 – 2626 pcs/kg. Comparative analysis of data for 2–4 and 5–7 clusters demonstrated similar trends depending on the pollination time, but lower fruit weight and seed productivity were noted on later clusters. The results of the study emphasize the importance of choosing optimal pollination conditions to increase the yield and quality of tomatoes. A simplified technology for obtaining hybrid seeds based on maternal forms with functional male sterility and the marker trait "potato leaf" is proposed, including pollination of flowers without preliminary castration with isolation and marking of flowers. The optimal pollination period for flowers of 2–4 clusters has been established – this is 24–48 hours after the yellow-green bud phase, for flowers of 5–7 clusters – in 48–96 hours.

Key words: cherry tomato, hybrid, protected ground, insemination, degree of seed hybridity, functional male sterility.

Ведение

Производство достаточного количества гибридных семян возможно лишь при разработке эффективных методов скрещивания. Обычно при работе с томатом последовательно выполняются следующие манипуляции кастрация цветков на стадии желто-зеленого бутона, затем опыление через 12 часов, повторное опыление – на 2–3 сутки [1, 2]. Однако такой технологический процесс отличается высокой трудоемкостью, так как включает кастрацию, изоляцию и маркировку цветков, что увеличивает себестоимость гибридных семян [3].

Снизить себестоимость гибридных семян позволяет перевод материнских форм на стерильную основу, что позволит более чем в 10 раз сократить затраты ручного труда [4].

В период с 1995 по 1997 годы М. М. Добродькин в УО БГСХА провел исследования биологии цветения и размножения партенокарпических форм томата, содержащих гены ФМС и маркерный признак «картофельный лист». Результаты подтвердили возможность получения гибридных семян по упрощенной технологии [5, 6]. В 2019 году УО БГСХА на кафедре сельскохозяйственной биотехно-

логии, экологии и радиологии, в сотрудничестве с Институтом генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси, были созданы формы томата черри с функциональной мужской стерильностью (ФМС) и маркерным признаком «картофельный лист» с целью использования их в селекции томата черри. Для эффективного использования стерильных форм в семеноводстве гибридов необходимо изучить их биологию цветения и семенную продуктивность.

По мнению селекционеров, старение растений и использование линий в течение ряда лет, стерильность может снижаться, [6, 9] поэтому нельзя утверждать о стопроцентной гибридности семян, полученных на основе ФМС. Исходя из этого необходимо уметь отличить самоопыленные семена от гибридных. В данном случае подтверждается важность наличия у стерильных форм маркерных признаков.

И. В. Узун с другими авторами [7, 8] выявили, что степень стерильности определяется процентом завязавшихся плодов от свободного опыления. На этот показатель у линий томата с ФМС влияют, как особенности генотипа, так и условия выращивания. Например, при температуре выше 35 °С может происходить самопроизвольное растрескивание пыльников. У различных линий функциональная мужская стерильность выражена в разной степени, что следует учитывать при скрещивании.

Целью исследования являлось изучение особенностей гибридизации линий томата черри с функциональной мужской стерильностью.

Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась в 2021–2023 гг. в защищенном грунте на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА.

Эксперимент включал два варианта, различающихся месторасположением кистей и сроками опыления растений. Первый вариант предполагал опыление цветков, находящихся на 2–4 кистях и последующее их опыление без предварительной кастрации в разные фазы развития цветка, начиная с фазы жёлто-зелёного бутона и через определенные интервалы времени – 12, 24, 36, 48, 60 и 72 часа. Второй вариант предполагал расширение сроков опыления цветков на 5–7 кистях, с интервалом 24, 48, 72, 96, 120, 144 часа. Объектом изучения являлись линии с функциональной мужской стерильностью и маркерным признаком «картофельный лист» – Линия 19/2-3; Линия 19/2-1; Линия 19/2-3; Линия 19/1-4; Линия 19/1-3; и Линия 19/1-1. Маркерный признак «картофельный лист» обусловлен наличием рецессивного гена «с», что позволяет провести анализ степени гибридности семян, полученных без предварительной кастрации в стадии сеянцев. При появлении у сеянцев настоящего листа гибридные растения F₁ будут иметь доминантный признак «томатный лист», а самоопыленные (негибридные) – картофельный лист, которые выбраковываются при пикировке как негибридные. Исходя из вышесказанного, мы можем установить оптимальный срок опыления стерильных форм томата черри, а также долю участия собственной пыльцы изучаемых линий при получении гибридных семян без предварительной кастрации.

Анализируя данные первого варианта (рис. 1.), высокая завязываемость плодов (90–100 %) отмечена у линий 19/2-1 и 19/1-1 при опылении через 24–36 часов. Линия 19/1-3 имела наименьшую завязываемость (35–70 %) в первом и втором вариантах опыта. Наибольшая масса плодов отмечена у линии 19/2-1 (47 г) и линии 19/2-3 (46 г) при опылении через 36 и 24 часа соответственно. Линия 19/1-4 характеризовалась самой низкой массой плода (29–33 г). По признаку «количество семян в одном плоде» линии формировали в среднем от 32 до 65 семян в одном плоде. По количеству семян в расчете на 1 кг плодов, наибольшее количество семян отмечено у Линия 19/1-1 (1922 шт.) и Линия 19/1-3 (1778 шт.) через 36 ч после фазы желто-зеленого бутона.

Во втором варианте опыта (рис. 2) наибольшая завязываемость плодов (85–95 %) наблюдалась у линий 19/1-1 и 19/1-4 при опылении через 48–72 часа. Линия 19/2-1 показала стабильную завязываемость (75–90 %) с пиком (80 %) через 24 часа. Линия 19/2-3 и 19/1-3 имели сравнительно низкий процент завязываемости (40–80 %). Наибольшая масса плодов отмечена у линии 19/2-3 (до 54 г) при опылении через 48 часов. Линия 19/2-1 также показала высокий показатель (до 52 г), при опылении через 144 часа. Линия 19/1-4 имела самые низкие показатели массы плода (25–29 г). Линия 19/1-1 продемонстрировала умеренные средние значения массы плода (27–39 г), максимальная масса плода зафиксирована через 24 часа.

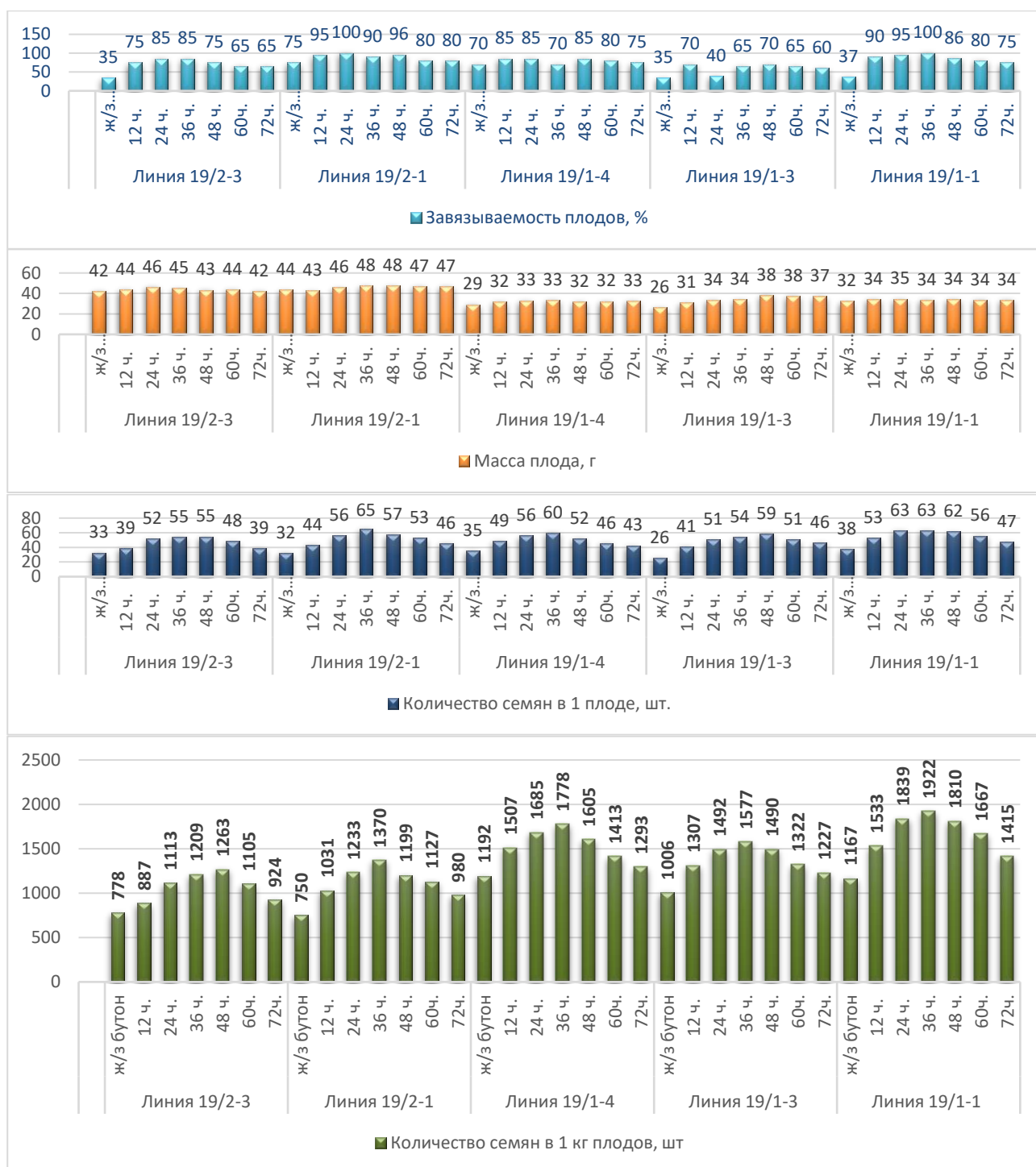


Рис. 1. Основные признаки изучения биологии цветения и форм линий томата с ФМС (2–4 кисть)

По количеству семян в одном плоде Линия 19/2-1 и Линия 19/2-3 показали наибольшее количество семян в плоде значение до 102 штук. У Линии 19/1-4 количество семян стабильно высокое и составило 51–77 штуки, особенно при опылении цветков через 72 часа после начала фазы желто-зеленого бутона. Плоды Линии 19/1-3 характеризовались количеством семян на уровне 31–67 штук. У Линии 19/1-1 плоды имели от 30 до 71 семян, с пиком через 72–96 часа.

По количеству семян в 1 кг плодов Линия 19/1-4 показала наибольшие значения, которые составили количество семян на килограмм плодов (до 2626 штук), что свидетельствует о высокой семенной продуктивности. Линия 19/2-3 также продемонстрировала высокие значения изучаемого показателя - до 2007 штук. У Линии 19/1-3 установлено имела наименьшее количество семян в 1 кг плодов, которое составило 932–1919 штук. Линия 19/1-1 и 19/2-1 продемонстрировала стабильные средние результаты (1151–1961 и 840–1925 штук соответственно). Установлен оптимальный срок опыления цветков без кастрации в первом варианте опыта 24–48 часов после фазы желто-зеленого бутона для

всех изучаемых Линий. Во втором варианте оптимальный срок опыления составил 48–96 часов после фазы желто-зеленого бутона.



Рис. 2. Основные Признаки изучения биологии цветения и форм линий томата с ФМС (5–7 кисть)

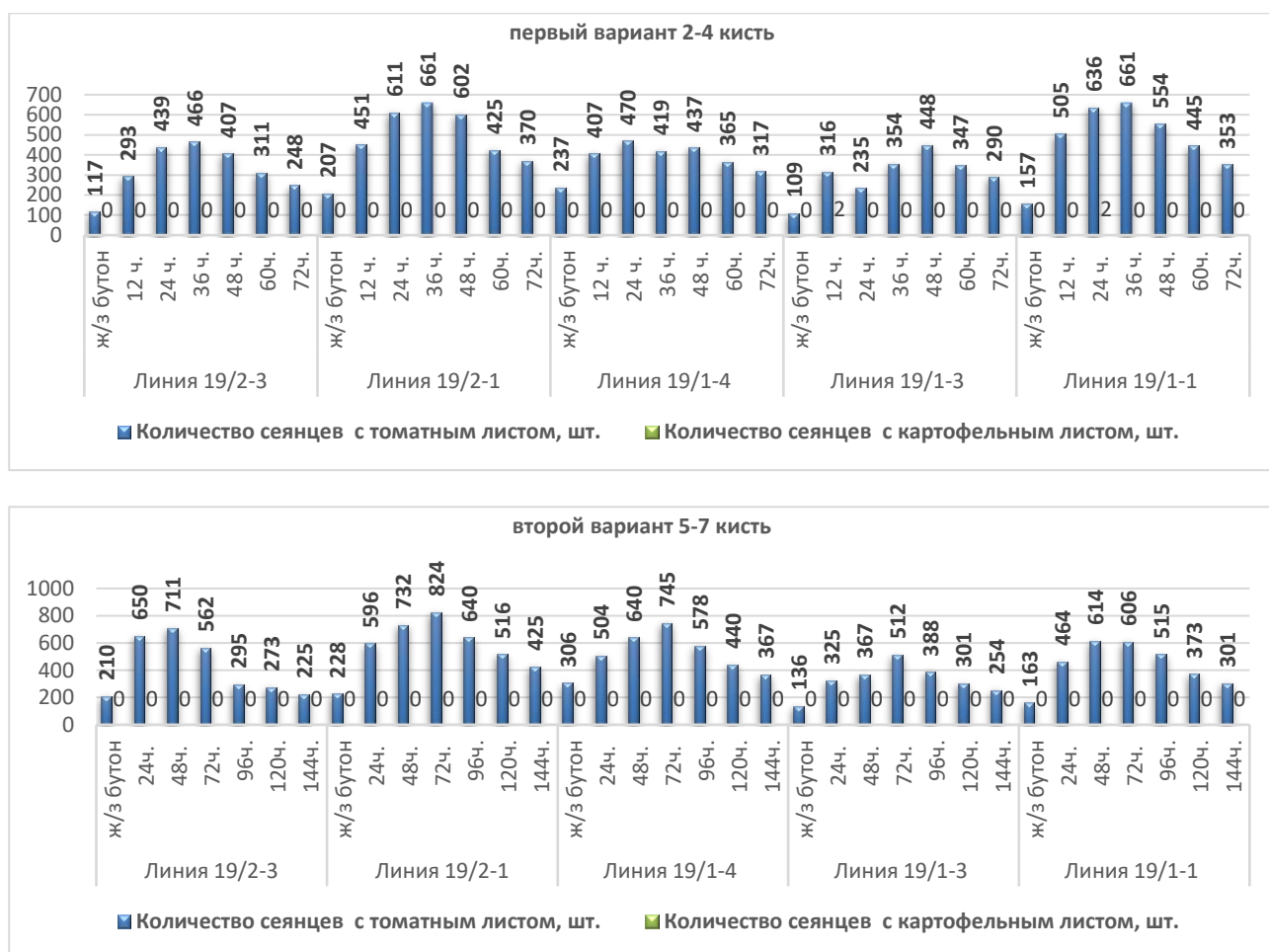


Рис. 3. Оценка степени гибридности семян форм томата черри с ФМС

Результаты оценки степени гибридности семян F_1 томата черри по сеянцам представлены на рис. 3. В первом варианте опыта на 2–4 кисти у большинства линий самоопыление (с картофельным листом) отсутствует, за исключением Линии 19/1-3 (2 шт. через 12 часов) и Линии 19/1-1 (2 шт. через 24 часа), количество самоопыленных растений не превышало 1 %. Линии 19/2-3, 19/2-1 и 19/1-4 демонстрировали стабильную гибридность без случаев самоопыления во всех вариантах опыта. Во втором варианте опыта на 5–7 кисти самоопыление с картофельным листом отсутствует у всех линий.

Результаты исследований доказывают возможность получения гибридных семян по упрощенной технологии, производя лишь опыление цветков, не прибегая к заблаговременной кастрации, маркировке отдельных цветков и изоляции, что дает возможность сократить затраты ручного труда и необходимых для гибридизации материалов при традиционной технологии.

Закключение

Каждая из линий имеет свои преимущества в зависимости от анализируемого параметра. Линия 19/2-3 и Линия 19/2-1 обладали высокой завязываемостью, формировали крупные плоды с большим количеством семян, что делает их перспективными для гибридизации не только при получении гибридов мелкоплодных, но более крупноплодных форм томатов. Линия 19/1-4 имела максимальное количество семян в 1 кг плодов. Линия 19/1-1 показала стабильные результаты по завязываемости и количеству семян.

Установлен оптимальный срок опыления цветков без кастрации в первом варианте опыта 24–48 часов после фазы желто-зеленого бутона для всех изучаемых Линий. Во втором варианте оптимальный срок опыления составил 48–96 часов после фазы желто-зеленого бутона.

Наличие маркерного признака «картофельный лист» у материнских форм и их высокая стерильность позволили не изолировать цветки и не маркировать гибридные плоды, что дало возможность сократить рабочее время и материалы при гибридизации. Низкий выход негибридных сеянцев подтверждает предположение о незначительном участии собственной пыльцы при формировании гибридных плодов. Негибридные растения с «картофельным листом» выбраковываются при появлении первого настоящего листа у сеянцев.

Отработана упрощенная технология получения гибридных семян томата черри на основе материнских форм с функциональной мужской стерильностью и маркерным признаком «картофельный лист», включающая опыление цветков без предварительной кастрации, изоляции и маркировки цветков и позволяющая отказаться от традиционной технологии с заблаговременной кастрацией, изоляцией и маркировкой цветков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриш, С. Ф. Разработка технологии и внедрение в производство гибридного семеноводства томата // Пути внедрения интенсивного земледелия и пром. технологий в овощеводстве: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. / С. Ф. Гавриш, Е. Н. Андреева. – М., 1991. – С. 47–49.
2. Добродькин, М. М. Партенокарпия и функциональная мужская стерильность (ФМС) в гетерозисной селекции томата / М. М. Добродькин // Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – М., 2000. – С. 226–230.
3. Новицкий, А. И. Биология цветения и размножения болгарских форм томата с функциональной мужской стерильностью / А. И. Новицкий, А. В. Кильчевский, М. М. Добродькин // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2000. – №1 – С. 32–35.
4. Применение функциональной мужской стерильности в производстве гибридных семян / А. И. Новицкий, М. М. Добродькин, Ю. А. Кнышев, Д. А. Кильчевская // Сельскохозяйственная экология и биотехнология: сб. науч. тр. – Горки, 1997. – С. 14–20.
5. Добродькин, М. М. Создание партенокарпических гетерозисных гибридов томата для пленочных теплиц на основе функциональной мужской стерильности: автореф. дис. канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 2004. – 18 с.
6. Агапов, А. С. Использование стерильных линий в селекции тепличных томатов / А. С. Агапов // Генотип и среда в селекции тепличных томатов: Материалы совещ. рабочей группы по томатам (Ленинград, 16–20 мая 1978 г.) / ЕУКАРПИА, Селекция овощных культур. – Л.: ВИР, 1978. – С. 36–40.
7. Узун, И. В. Создание гибридов томата на основе материнских форм с функциональной мужской стерильностью. Овощи России. 2016;(1):24-28. – URL: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-24-28>.
8. Узун, И. В. Изучение функциональной мужской стерильности у томата и методы ее определения / И. В. Узун // Селекция на адаптивность и создание нового генофонда в современном овощеводстве (VI Квасниковские чтения). Междун. научно – практ. конф. (8 августа 2013 г.). Материалы докладов, сообщений. ВНИИ. – М.: Изд –во ООО «Полиграф – Бизнес». – 2013. – С. 321–324.
9. Генетические основы селекции растений: в 4 т. / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2020. – Т. 2: Частная генетика растений. – С. 483–571.

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ У ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА СЛАДКОГО В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

О. В. НОВИКОВА, М. М. ДОБРОДЬКИН, Н. А. НЕВЕСТЕНКО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

А. В. КИЛЬЧЕВСКИЙ

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220027

(Поступила в редакцию 02.04.2025)

В статье приведены двухлетние результаты оценки хозяйственно ценных признаков гибридов первого поколения перца сладкого в необогреваемых теплицах. Расчетным путем определен истинный гетерозис и степень доминирования.

Основой для получения высоких урожаев перца сладкого является создание сортов и гетерозисных гибридов, обладающих высокими хозяйственно ценными признаками. Селекция на гетерозис основывается на оценке признаков урожайности гибридных комбинаций совместно с исходными формами с последующим изучением проявления эффекта гетерозиса. По результатам исследований установлены наибольшие положительные значения эффекта гетерозиса по признаку «ранняя урожайность» у гибридных комбинаций с материнскими компонентами Линия – 149/3, Линия – 30/2, Линия 124/2 и отцовскими компонентами Блондин, Здоровье, Сиреневый, Сонечны. По признаку «товарная урожайность» выявлено превышение лучших гибридов над лучшим родителем колебалось от 0,70 % до 60,77 %. По проявлению эффекта гетерозиса по массе плода двухлетнее исследование показало, что большинство гибридов имели отрицательное значение.

Установлено, что гибриды, имеющие высокий процент гетерозиса, не всегда оказываются лучшим, это наблюдается тогда, когда родительские образцы имеют низкие значения изучаемого признака. Анализ степени доминирования дает более достоверную информацию о характере наследования хозяйственно ценных признаков: положительное сверхдоминирование выявлено при наследовании ранней, товарной, общей урожайности и массы плода.

Ключевые слова: перец сладкий, гибрид, хозяйственно ценные признаки, истинный гетерозис, степень доминирования.

The article presents the two-year results of evaluating the economically valuable traits of first-generation sweet pepper hybrids in unheated greenhouses. True heterosis and the degree of dominance were determined by calculation. The basis for obtaining high yields of sweet pepper is the creation of varieties and heterotic hybrids with high economically valuable traits. Breeding for heterosis is based on evaluating the yield traits of hybrid combinations together with the original forms, followed by a study of the manifestation of the heterosis effect. According to the research results, the highest positive values of the heterosis effect for the "early yield" trait were found in hybrid combinations with the maternal components Line – 149/3, Line – 30/2, Line 124/2 and the paternal components Blondin, Zdorovy, Sirenyy, Sonechny. According to the "marketable yield" trait, the excess of the best hybrids over the best parent ranged from 0.70 % to 60.77 %. In terms of heterosis effect manifestation by fruit weight, a two-year study showed that most hybrids had a negative value.

It was found that hybrids with a high percentage of heterosis are not always the best, this is observed when parent samples have low values of the studied trait. Analysis of the degree of dominance provides more reliable information on the nature of inheritance of economically valuable traits: positive overdominance was revealed in the inheritance of early, commercial, total yield and fruit weight.

Key words: sweet pepper, hybrid, economically valuable traits, true heterosis, degree of dominance.

Введение

Плоды перца сладкого богаты биологически активными веществами, отличаются высокими вкусовыми качествами, обладают лечебными и целебными свойствами. Благодаря своим вкусовым качествам он получил широкое распространение на всех континентах земного шара и повсеместно используется как пищевой продукт и как ценное сырьё для консервной промышленности [1, 2]. Перец сладкий получил широкое распространение в Беларуси, и в основном выращивается в личных подсобных и фермерских хозяйствах, как в открытом грунте, так и в защищенном. Для таких условий нужны сорта и гибриды, хорошо приспособленные к природно-климатическим условиям, обладающие высоким адаптивным потенциалом и позволяющие получать стабильный урожай.

На современном этапе селекции перца сладкого актуальным направлением является создание гетерозисных гибридов с генетической устойчивостью к патогенам, отличающихся скороспелостью, высокой продуктивностью, вкусовыми качествами и содержанием биологически активных веществ, устойчивостью к абиотическим факторам [3, 4, 5].

Таким образом, целью исследования является изучить проявления эффекта гетерозиса и характера наследования хозяйственно полезных признаков.

Основная часть

Селекционная работа по созданию сортов и гибридов перца сладкого проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. В 2023 и 2024 году в защищенном грунте проводилось конкурсное испытание лучших константных форм перца сладкого, а также гибридов F₁ перца сладкого, обладающих различным габитусом куста, окраской, формой плода. Испытывались 45 гибридные комбинации совместно с родительскими формами, гибридизация выполнена по схеме топкросс 6 x 8.

Изучаемые образцы в защищенном грунте высаживались в 3-х кратной повторности по 3 растения на делянке. Схема посадки 70 x 30 см. Доза удобрений N₆₀ (P₂O₅)₁₂₀ (K₂O)₁₂₀. Агротехника общепринятая для перца сладкого в защищенном грунте. Для анализа данных использовались показатели хозяйственно ценных признаков гибрида – стандарта Мастер F₁.

Гетерозис (от греч. ἑτεροίωσις – изменение, превращение), превосходство гибридов по ряду признаков и свойств над родительскими формами; проявляется в повышении жизнеспособности, плодовитости и продуктивности гибридов. Особенностью гетерозиса является то, что он проявляется у всех гибридов первого поколения, полученных от скрещивания неродственных форм: пород, сортов, линий и даже видов. В ряду последующих поколений (скрещивание гибридов между собой) доля потомков с гетерозисом прогрессивно уменьшается, а затем исчезает. Превосходство гибридов над лучшей из родительских форм обозначают как истинный гетерозис [4].

Истинный гетерозис оценивали, как процент превышения значения признака у гибрида F₁ над значением лучшей родительской линии [(F₁ – Р лучш) / Р лучш] x 100 %. Степень доминирования (H_p) определяли по Дж.Л. Брюейкеру $H_p = (F_1 - M_p) / (P_{\text{лучш}} - M_p)$; где F₁ – это значение изучаемого признака у гибрида, Р лучш – лучший показатель у одной из исходных форм, М_р – среднее значение признака у исходных форм [6].

По признаку «ранняя урожайность» наибольшее положительное значение гетерозиса в 2023 году отмечено у гибридов Линия – 124/2 x Блондин, Линия - 30/2 x Блондин, Линия – 30/2 x Здоровье, Линия – 149/3 x Здоровье, Линия – 172/1 x Блондин, Линия – 149/3 x Блондин. Отрицательное значение гетерозиса имели 15 образцов из 45. В 2024 году наибольшее положительное значение гетерозиса отмечено у гибридов Линия – 149/3 x Сиреневый, Линия – 149/3 x Здоровье, Линия – 149/3 x Сонечны, Линия – 124/2 x Сиреневый, Линия – 158/1 x Сонечны, Линия – 30/2 x Сонечны, Кубик красный x Златозар, Кубик красный x Сонечны. Отрицательное значение гетерозиса имели 10 образцов из 45. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Истинный гетерозис у гибридов перца сладкого в защищенном грунте по ранней урожайности, %

Наименование образца	Год исследований				Среднее за два года	
	2023		2024			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
Линия -149/3 х Златозар	1,42	195,83	0,00	0,00	0,64	61,23
Линия -149/3 х Черный красавец	1,19	43,37	0,21	-52,24	0,70	14,47
Линия -149/3 х Линия – 121/2	0,94	70,91	1,01	114,08	1,02	29,35
Линия -149/3 х Блондин	1,98	312,50	0,32	-18,80	1,15	188,25
Линия -149/3 х Сиреневый	0,95	97,92	1,25	230,97	1,10	175,28
Линия -149/3 х Желтый букет	1,16	141,67	0,71	109,90	0,84	111,27
Линия -149/3 х Здоровье	2,58	437,50	1,10	165,32	1,68	164,62
Линия -149/3 х Сонечны	0,69	32,69	0,32	313,04	0,50	-15,24
Линия – 124/2 х Златозар	0,12	-58,62	0,20	0,00	0,16	46,94
Линия – 124/2 х Черный красавец	0,69	-16,87	0,82	84,33	0,76	23,15
Линия – 124/2 х Линия – 1/2	0,17	-69,09	0,66	39,44	0,38	-51,76
Линия – 124/2 х Блондин	1,78	2442,86	0,11	-71,79	0,72	182,72
Линия – 124/2 х Сиреневый	0,28	-31,71	1,07	184,07	0,61	66,42
Линия – 124/2 х Желтый букет	0,78	200,00	0,35	3,96	0,57	99,97
Линия – 124/2 х Здоровье	0,44	83,33	0,19	-54,03	0,32	-50,24
Линия -158/1 х Златозар	0,28	-75,86	0,26	0,00	0,27	-56,72
Линия -158/1 х Черный красавец	0,19	-83,62	0,81	82,09	0,50	-19,09
Линия -158/1 х Линия – 121/2	0,91	-21,55	0,73	54,23	0,82	3,44
Линия -158/1 х Блондин	0,61	-47,41	0,09	-77,78	0,35	-43,55
Линия -158/1 х Сиреневый	1,58	36,21	0,41	9,73	1,13	81,44
Линия -158/1 х Желтый букет	0,82	-29,31	0,68	101,98	0,75	20,96
Линия -158/1 х Здоровье	1,14	-1,72	0,47	12,90	0,81	27,17

Линия -158/1 х Сонечны	1,21	4,31	0,35	352,17	0,72	15,85
Линия -172/1 х Златозар	1,21	210,26	0,30	-31,54	0,76	28,68
Линия -172/1 х Черный красавец	0,59	-28,92	0,54	20,90	0,57	-7,77
Линия -172/1 х Линия – 121/2	0,96	74,55	0,77	62,68	0,87	9,34
Линия -172/1 х Блондин	1,81	364,10	0,20	-54,62	0,77	30,94
Линия -172/1 х Сиреневый	0,63	53,66	0,58	33,85	0,45	-24,09
Линия -172/1 х Желтый букет	0,51	30,77	0,17	-61,54	0,34	-43,00
Линия -172/1 х Сонечны	0,43	-17,31	0,83	92,31	0,56	-5,18
Линия 30/2 х Черный красавец	0,66	-20,48	0,26	-41,79	0,46	-24,86
Линия 30/2 х Линия – 121/2	0,77	40,00	0,60	26,06	0,69	-13,41
Линия 30/2 х Блондин	1,16	866,67	0,43	10,26	0,79	153,06
Линия 30/2 х Сиреневый	0,53	29,27	0,51	34,51	0,44	20,12
Линия 30/2 х Желтый букет	0,84	223,08	0,31	-8,91	0,57	82,89
Линия 30/2 х Здоровье	1,37	470,83	0,69	66,13	1,03	62,19
Линия 30/2 х Сонечны	0,86	65,38	0,73	541,18	0,79	33,32
Кубик красный х Златозар	0,37	-17,78	0,82	279,42	0,60	44,45
Кубик красный х Черный красавец	1,44	73,49	0,52	16,42	0,89	44,85
Кубик красный х Линия – 21/2	1,06	92,73	0,84	76,76	0,95	19,66
Кубик красный х Блондин	1,21	168,89	0,11	-71,79	0,66	59,74
Кубик красный х Сиреневый	0,72	60,00	0,43	15,04	0,58	38,81
Кубик красный х Желтый букет	1,26	180,00	0,73	116,83	0,95	235,24
Кубик красный х Здоровье	0,63	40,00	0,66	60,48	0,65	1,90
Линия -149/3 х Златозар	0,89	71,15	0,82	276,34	0,86	43,99
Мастер	0,27	–	0,41	–	0,34	–
НСР ₀₅	0,943	–	0,669	–	–	–

В среднем за два года исследований установлено, что 12 гибридных комбинаций имели отрицательный гетерозис по ранней урожайности, у 33 гибридов эффект гетерозиса менялся от 1,90 % (Кубик красный х Здоровье) до 235,24 % (Кубик красный х Желтый букет). Оценка ранней урожайности за два года исследований позволила определить, что выше чем у стандарта Мастер F₁ (0,34 кг/м²) сформировали все гибриды, за исключением трех: Линия -158/1 х Златозар, Линия – 124/2 х Здоровье, Линия – 124/2 х Златозар. Самыми ценными по этому признаку оказались 6 гибридов: Линия – 149/3 х Линия – 121/2, Линия – 30/2 х Здоровье, Линия – 149/3 х Сиреневый, Линия – 158/1 х Сиреневый, Линия – 149/3 х Блондин, Линия – 149/3 х Здоровье и сформировали от 1,02 – 1,68 кг/м².

По товарной урожайности изучаемые в 2023 году 44 гибрида превысили значение стандарта и сформировали урожайность от 2,80–8,34 кг/м². 14 гибридов по признаку «товарная урожайность» имели отрицательный гетерозис, у 31 гибридной комбинации эффект гетерозиса менялся от 0,27 % (Линия – 149/3 х Сиреневый) до 174,82 % (Линия – 124/2 х Блондин).

В 2024 году по признаку «товарная урожайность» 35 образцов не превысили значение стандарта Мастер F₁ (4,27 кг/м²), остальные 10 образцов сформировали урожайность выше, чем у стандарта от 4,38–4,65 кг/м². Отрицательное значение гетерозиса имели 23 образца из 45. У 22 образцов наблюдается положительный эффект гетерозиса от 3,10 % до 54,60 %. Наибольшее значение гетерозиса у гибрида Линия – 149/3 х Черный красавец (табл. 2). За два года исследований по признаку «товарная урожайность» 11 изучаемых образцов, показали урожайность ниже стандарта Мастер F₁ (3,49 кг/м²), урожайность которых составила от 2,89 до 3,46 кг/м². 34 гибрида превысили значение стандарта и сформировали урожайность от 3,62 – 6,05 кг/м². 26 гибридов по признаку «товарная урожайность» имели отрицательный гетерозис, у 19 гибридных комбинаций эффект гетерозиса менялся от 0,70 % (Линия – 124/2 х Сиреневый) до 60,77 % (Линия – 124/2 х Блондин). Образование общей урожайности и проявление гетерозиса в целом сходно с товарной урожайностью.

Масса плода изучаемых образцов в 2023 году перца сладкого изменялась от 78,77 до 219,37 г. Масса плода большинства образцов превысила стандарт и составила от 124,80 до 219,37 г, что на 11,48–95,95 % выше, чем у стандарта Мастер (111,95 г). Наибольшая масса плода (от 195,80 до 219,37) была отмечена в следующих гибридных комбинациях: Линия – 149/3 х Желтый букет, Линия – 124/2 х Блондин, Линия – 158/1 х Блондин, Линия 149/3 х Блондин. По проявлению эффекта гетерозиса по массе плода исследование показало, что большинство гибридов имели положительное значение за исключением 8 гибридных комбинации. Наибольший эффект гетерозиса выявлен у гибридов Линия – 149/3 х Линия – 121/2, Линия – 149/3 х Здоровье, Линия – 124/2 х Линия – 121/2, Линия – 124/2 х Здоровье, Линия – 158/1 х Линия – 121/2, Линия – 172/1 х Линия – 121/2.

Таблица 2. Истинный гетерозис у гибридов перца сладкого в защищенном грунте по товарной урожайности, %

Наименование образца	Год исследований				Среднее за два года	
	2023		2024			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
Линия -149/3 х Златозар	6,45	28,74	4,41	46,51	5,42	19,81
Линия -149/3 х Черный красавец	4,9	9,38	4,65	54,60	4,78	5,65
Линия -149/3 х Линия – 121/2	5,02	12,05	3,75	19,43	4,61	1,93
Линия -149/3 х Блондин	4,47	36,83	3,10	3,10	3,79	-16,24
Линия -149/3 х Сиреневый	3,69	-17,63	4,04	25,86	3,86	-14,55
Линия -149/3 х Желтый букет	6,48	44,64	3,29	-7,24	5,16	14,10
Линия -149/3 х Здоровье	6,03	34,60	2,94	-2,33	4,20	-7,03
Линия -149/3 х Сонечны	8,34	86,16	3,52	17,05	5,93	31,20
Линия – 124/2 х Златозар	2,84	-43,31	4,83	16,75	3,84	1,98
Линия – 124/2 х Черный красавец	3,08	-19,37	3,56	-13,93	3,32	-11,66
Линия – 124/2 х Линия – 1/2	2,82	-26,18	2,78	-32,93	2,91	-23,67
Линия – 124/2 х Блондин	7,75	102,88	4,48	8,13	6,05	60,77
Линия – 124/2 х Сиреневый	3,92	2,62	4,30	3,86	3,79	0,70
Линия – 124/2 х Желтый букет	6,35	10,63	4,08	-1,37	5,22	15,51
Линия – 124/2 х Здоровье	4,16	8,90	3,22	-22,22	3,69	-1,87
Линия -158/1 х Златозар	6,46	23,75	3,86	-0,94	5,16	6,30
Линия -158/1 х Черный красавец	5,1	-2,30	4,09	5,05	4,60	-5,34
Линия -158/1 х Линия – 121/2	5,37	2,87	4,04	3,76	4,71	-3,01
Линия -158/1 х Блондин	6,02	15,33	4,16	6,67	5,09	4,79
Линия -158/1 х Сиреневый	5,02	-3,83	4,36	11,98	4,72	-2,77
Линия -158/1 х Желтый букет	2,02	-64,81	4,16	6,67	3,09	-36,38
Линия -158/1 х Здоровье	5,55	6,32	3,83	-1,71	4,69	-3,39
Линия -158/1 х Сонечны	5,25	0,57	4,12	5,82	4,78	-1,63
Линия -172/1 х Златозар	5,72	14,17	3,94	33,00	4,84	25,75
Линия -172/1 х Черный красавец	3,38	-14,21	3,57	35,70	3,48	-9,66
Линия -172/1 х Линия – 121/2	6,05	53,55	4,57	45,54	5,31	37,96
Линия -172/1 х Блондин	5,69	44,42	3,66	26,76	4,13	7,26
Линия -172/1 х Сиреневый	4,27	8,38	3,21	0,00	3,42	-11,18
Линия -172/1 х Желтый букет	5,1	-11,15	3,00	-15,51	4,05	-10,37
Линия -172/1 х Сонечны	6,6	67,51	2,56	-13,24	3,92	0,85
Линия 30/2 х Черный красавец	3,42	-38,93	2,86	-43,73	3,14	-40,26
Линия 30/2 х Линия – 121/2	3,47	-38,04	2,30	-54,63	2,89	-45,08
Линия 30/2 х Блондин	3,05	-45,54	3,87	-23,83	3,46	-34,21
Линия 30/2 х Сиреневый	3,52	-37,14	3,42	-32,63	3,31	-37,03
Линия 30/2 х Желтый букет	3,6	-37,28	4,39	-13,46	4,00	-24,00
Линия 30/2 х Здоровье	2,95	-47,32	3,11	-38,74	3,03	-42,39
Линия 30/2 х Сонечны	3,59	-35,89	3,21	-36,70	3,40	-35,25
Кубик красный х Златозар	4,73	-5,59	3,45	-28,75	4,09	9,98
Кубик красный х Черный красавец	4	13,64	3,35	-30,88	3,62	-8,86
Кубик красный х Линия – 21/2	4,62	30,88	4,39	-9,49	4,50	13,34
Кубик красный х Блондин	4,28	31,69	4,38	-9,63	4,33	8,98
Кубик красный х Сиреневый	2,8	-23,91	3,20	-33,98	3,00	-24,42
Кубик красный х Желтый букет	5,21	-9,23	4,13	-14,86	4,69	3,77
Кубик красный х Здоровье	4,32	26,69	3,25	-33,01	3,79	-4,70
Линия -149/3 х Златозар	4,92	38,59	2,35	-51,51	3,64	-8,44
Мастер	2,71	-	4,27	-	3,49	-
НСР ₀₅	0,971	-	1,037	-	-	-

При изучении массы плода в 2024 году 36 образцов имели отрицательный гетерозис, 9 образцов имели положительный эффект, значение которого изменялось от 2,66 до 54,12% соответственно. Масса плода образцов достигала от 76,86 до 197,73 г. и превысила значение стандарта Мастер (74,47 г). Наибольшая масса плода (от 160,53 до 197,73) была отмечена у следующих гибридных комбинациях: Линия – 172/1 х Блондин, Линия – 124/2 х Блондин, Линия – 158/1 х Блондин (табл. 3).

По проявлению эффекта гетерозиса по массе плода двухлетнее исследование показало, что большинство гибридов имели отрицательное значение за исключением 7 гибридных комбинаций. Наибольший эффект гетерозиса выявлен у гибрида Линия – 158/1 х Блондин. Лучшими по данному признаку были гибриды Линия – 30/2 х Черный красавец, Линия – 30/2 х Блондин, Линия – 30/2 х Желтый букет, Кубик красный х Черный красавец, Кубик красный х Блондин, Кубик красный х Желтый букет.

Многие исследователи указывают тот факт, что гибриды, имеющие высокий процент гетерозиса, не всегда оказываются лучшими по хозяйственно ценным признакам [7, 8, 9, 10]. При изучении признака «масса плода» (табл. 3) в среднем за два года установлено, что гибрид Линия 149/3 х Желтый букет масса плода которого составила 158,90 г, имел отрицательное значение гетерозиса (-13,31 %), а гибрид Линия 30/2 х Черный красавец сформировал массу плода 117,93 г при эффекте гетерозиса 3,48 %.

Таблица 3. Истинный гетерозис у гибридов перца сладкого в защищенном грунте по массе плода, %

Наименование образца	Год исследований				Среднее за два года	
	2023		2024			
	масса плода, г	гетерозис, %	масса плода, г	гетерозис, %	масса плода, г	гетерозис, %
Линия -149/3 х Златозар	174,53	-15,85	117,70	-33,06	146,12	-20,29
Линия -149/3 х Черный красавец	143,23	-30,94	101,57	-42,24	122,40	-33,22
Линия -149/3 х Линия – 121/2	112,17	-45,92	80,93	-53,97	96,55	-47,33
Линия -149/3 х Блондин	219,37	5,77	131,07	-25,46	175,22	-4,41
Линия -149/3 х Сиреневый	148,6	-28,35	114,87	-34,67	131,73	-28,13
Линия -149/3 х Желтый букет	195,8	-5,59	122,00	-30,62	158,90	-13,31
Линия -149/3 х Здоровье	131,8	-36,45	90,40	-48,59	111,10	-39,39
Линия -149/3 х Сонечны	184	-11,28	112,70	-35,91	148,35	-19,07
Линия – 124/2 х Златозар	171,17	-30,39	151,50	-19,20	161,33	-20,96
Линия – 124/2 х Черный красавец	147,03	-40,21	117,20	-37,49	132,12	-35,27
Линия – 124/2 х Линия – 1/2	124,8	-49,25	85,23	-54,54	105,02	-48,55
Линия – 124/2 х Блондин	203,63	-17,19	171,80	-8,37	187,72	-8,03
Линия – 124/2 х Сиреневый	152,1	-38,15	136,23	-27,34	144,17	-29,37
Линия – 124/2 х Желтый букет	157,03	-36,14	132,80	-29,17	144,92	-29,00
Линия – 124/2 х Здоровье	127,23	-48,26	140,40	-25,12	133,82	-34,44
Линия -158/1 х Златозар	129,6	-23,49	145,53	13,43	137,57	-13,01
Линия -158/1 х Черный красавец	163,8	-3,31	142,73	11,25	153,27	-3,08
Линия -158/1 х Линия – 121/2	160,37	-5,33	95,57	-25,51	127,97	-19,08
Линия -158/1 х Блондин	211,23	24,69	197,73	54,12	204,48	29,30
Линия -158/1 х Сиреневый	162,3	-4,19	123,47	-15,70	142,88	-9,65
Линия -158/1 х Желтый букет	172	1,53	140,63	9,61	156,32	-1,15
Линия -158/1 х Здоровье	123,37	-27,17	100,03	-22,03	111,70	-29,37
Линия -158/1 х Сонечны	183,6	8,38	120,40	-6,16	152,00	-3,88
Линия -172/1 х Златозар	155,6	-24,17	131,07	-22,40	143,33	-19,67
Линия -172/1 х Черный красавец	146,43	-28,64	130,43	-22,77	138,43	-22,42
Линия -172/1 х Линия – 121/2	108,27	-47,24	86,60	-48,73	97,43	-45,40
Линия -172/1 х Блондин	195,23	-4,86	160,53	-4,95	177,88	-0,31
Линия -172/1 х Сиреневый	171,77	-16,29	134,03	-20,64	152,90	-14,31
Линия -172/1 х Желтый букет	129,6	-36,84	129,43	-23,37	129,52	-27,42
Линия -172/1 х Сонечны	171,23	-16,55	112,30	-33,51	141,77	-20,55
Линия 30/2 х Черный красавец	127,77	-9,64	108,10	-2,99	117,93	3,48
Линия 30/2 х Линия – 121/2	78,77	-44,29	76,87	-20,54	77,82	-29,24
Линия 30/2 х Блондин	133,3	-20,51	142,37	17,53	137,83	1,35
Линия 30/2 х Сиреневый	150,07	-0,15	111,60	-23,81	130,83	-9,35
Линия 30/2 х Желтый букет	144,3	1,33	106,13	2,28	125,22	2,18
Линия 30/2 х Здоровье	111,4	-21,22	96,20	-0,55	103,80	-5,61
Линия 30/2 х Сонечны	129,33	-8,54	105,10	-13,40	117,22	-5,03
Кубик красный х Златозар	123,2	-12,00	110,80	2,66	117,00	-0,37
Кубик красный х Черный красавец	141,73	1,24	108,43	-2,69	125,08	7,53
Кубик красный х Линия – 21/2	97,67	-30,24	72,43	-32,89	85,05	-26,89
Кубик красный х Блондин	168,53	0,49	126,65	4,55	147,59	8,53
Кубик красный х Сиреневый	157,53	4,81	89,03	-39,21	123,28	-14,58
Кубик красный х Желтый букет	134,7	-5,41	111,67	3,46	123,18	0,52
Кубик красный х Здоровье	105,8	-24,43	84,40	-21,80	95,10	-18,25
Линия -149/3 х Златозар	134,43	-3,98	108,83	-10,33	121,63	-1,45
Мастер	111,95	–	74,47	–	93,21	–
НСР ₀₅	32,779	–	33,091	–	–	–

Исходя из вышеизложенного, проведен анализ рассчитанных значений степени доминирования с целью получения информации о характере наследования хозяйственно ценных признаков (табл. 4).

Таблица 4. Степень доминирования по хозяйственно-ценным признакам у гибридов F₁ перца сладкого (%)

Признак	год	Параметр	Hp < -1	-1 > Hp < +1	Hp>1
Ранняя урожайность	2023	Количество генотипов	2	12	31
		%	4.45	26.67	68.88
	2024	Количество генотипов	3	12	30
		%	6,67	26.67	66.66
В среднем за 2 года		Количество генотипов	2,5	12	30.5
		%	5.6	26.67	67.77
Товарная урожайность	2023	Количество генотипов	12	8	25
		%	26.67	17.78	55.55
	2024	Количество генотипов	7	21	17
		%	15.56	46.67	37.77
В среднем за 2 года		Количество генотипов	9.5	14.5	21
		%	28.94	41.11	46.66
Общая урожайность	2023	Количество генотипов	7	11	26
		%	17.78	24.44	57.78
	2024	Количество генотипов	3	22	20
		%	6.67	48.89	44.44
В среднем за 2 года		Количество генотипов	5	16.5	23
		%	12.23	36.66	51.11
Масса плода	2023	Количество генотипов	7	30	8
		%	15.56	66.67	17.77
	2024	Количество генотипов	9	27	9
		%	20.00	60.00	20.00
В среднем за 2 года		Количество генотипов	8	28.5	8.5
		%	17,78	63.34	37.77

В среднем за два года по ранней урожайности положительное сверхдоминирование характерно для 67,77 % гибридов, промежуточное наследование этого признака отмечено у 26,67 % гибридов. В условиях защищенного грунта положительное сверхдоминирование при наследовании товарной урожайности проявилось у 46,66 % гибридов. Отмечено преобладание положительного сверхдоминирования при наследовании общей урожайности у 51,11 % гибридов. Сверхдоминирование по массе плода характерно для 37,77 % гибридов, промежуточное наследование у 63,34 % гибридов.

Заключение

По результатам исследований установлены наибольшие положительные значения эффекта гетерозиса по признаку «ранняя урожайность» у гибридных комбинаций с материнскими компонентами Линия – 149/3, Линия – 30/2, Линия 124/2 и отцовскими компонентами Блондин, Здоровье, Сиреневый, Сонечны.

По признаку «товарная урожайность» истинный гетерозис достигал 60,77 %. Максимальное значение эффекта гетерозиса по общей урожайности с средним за два года исследований имела гибридная комбинация Линия – 124/2 х Блондин (49,98 %).

По проявлению эффекта гетерозиса по массе плода двухлетнее исследование показало, что большинство гибридов имели отрицательное значение.

Определение степени доминирования при наследовании основных признаков у гибридов перца сладкого позволило установить, что положительное сверхдоминирование по ранней урожайности характерно для 67,77 % гибридов; по товарной урожайности – 46,66 %; по общей урожайности – 51,11 %; по массе плода – 37,77 % гибридов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гикало, Г. С. Овощные культуры (перцы) / Г. С. Гикало. – Краснодар: «КСХИ», 1979. – 99 с.
2. Международный интернет портал [электронный источник]. Режим доступа https://www.vilmorin.ru/sites/russic.sam/files/pdf/vilmorin_peper_brochure_2021_web_0.pdf – Дата доступа: 25.02.2025.
3. Генетические основы селекции растений: в 4 т. / НАН Беларуси, Ин-т генетики и цитологии; ред.: А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева; рец.: В. Н. Решетников, Н. А. Ламан. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Т. 2: Частная генетика растений. – 579 с.
4. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М., 2012. – 248 с.
5. Изучение эффекта гетерозиса перца сладкого при подборе родительских пар с использованием данных молекулярного анализа / Е. А. Снигирь [и др.] // Овощи России. – 2012. – № 4. – С. 25.
6. Брюейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
7. Kaul B.L., Sharma P.P. Heterosis and combining ability studies for some fruit characters in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) // Vegetable Science, 1988. – 15, P. 171–180.
8. Моисеева, М. О. Создание и оценка гетерозисных гибридов перца сладкого в необогреваемых пленочных теплицах: автореф. дис. канд. с.-х. наук / М. О. Моисеева. – Горки, 2016. – 22 с.
9. Проявление эффекта гетерозиса по хозяйственно-ценным признакам у томата в открытом грунте / А. М. Добродькин [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №2. – С. 140–143.
10. Особенности проявления гетерозиса и характер наследования признаков у гибридов F₁ перца сладкого в грунтовых теплицах / Н. А. Невестенко [и др.] // Вестник Белорус. гос. сельхоз. акад. – 2019. – №2. – С. 129–133.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.354.2 (043.3)

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛАВИШИ СОЛОМОТРЕСА НА СОЛОМИСТУЮ МАССУ В ВАРИАНТЕ ТИПОВОГО КИНЕМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Л. И. КОВАЛЕВСКАЯ, В. Ф. КОВАЛЕВСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kovalevskaalilia1@gmail.com

(Поступила в редакцию 02.04.2025)

С использованием представленной методики анализа взаимодействия клавиши соломотреса на соломистую массу возможно проанализировать траекторию движения частицы соломы при взаимодействии с клавишным соломотресом. Практическое значение имеет теоретический анализ воздействия клавиши на соломистую массу при параметрах типового кинематического режима клавишного соломотреса. Определение характеристик производилось в математическом пакете MathCad. При этом некоторые параметры рассчитывались приблизительно с помощью встроенных функций этого пакета с погрешностью, которая ограничивалась возможностями измерения соответствующих физических величин при проведении экспериментальных исследований.

В процессе исследований необходимо установить, какие параметры оказывают наибольшее воздействие на характер движения соломистого вороха по поверхности клавишного соломотреса зерноуборочного комбайна. Так как от того, какие факторы и параметры оказывают влияние на соломистый ворох, будет зависеть качество работы соломотреса, которое оценивается уровнем потерь зерна. При этом необходимо также предусмотреть возможность использования дополнительных устройств для активизации процесса сепарации зерна из слоя соломистого вороха. Для того чтобы внедрить в конструкцию соломотреса дополнительные элементы, необходимо, чтобы данная конструкция не нарушала технологический процесс работы клавишного соломотреса.

В результате исследований необходимо обосновать траекторию движения соломистого вороха с учетом современных характеристик зерноуборочных комбайнов. Необходимо построить графическую зависимость изменения положения вала соломотреса в направлениях по основным осям координат. Также обосновать и определить основные параметры временного цикла траектории движения вороха с момента отрыва от поверхности клавиши, до момента встречи с клавишей соломотреса. По полученным данным необходимо построить схему воздействия клавиши соломотреса зерноуборочного комбайна на соломистую массу за время полного рабочего цикла.

Ключевые слова: соломотрес, соломистая масса, показатель кинематического режима, угол наклона клавиши, траектория движения точки, сепарация.

Using the presented method of analyzing the interaction of the straw walker key on the straw mass, it is possible to analyze the trajectory of the movement of a straw particle when interacting with the key straw walker. The theoretical analysis of the key's effect on the straw mass under the parameters of the typical kinematic mode of the key straw walker is of practical importance. The characteristics were determined in the MathCad mathematical package. Some parameters were calculated approximately using the built-in functions of this package with an error that was limited by the capabilities of measuring the corresponding physical quantities during experimental studies. In the course of research, it is necessary to establish which parameters have the greatest impact on the nature of the movement of the straw heap on the surface of the key straw walker of a combine harvester. Since the quality of the straw walker's operation, which is estimated by the level of grain losses, will depend on which factors and parameters affect the straw heap. It is also necessary to provide for the possibility of using additional devices to activate the process of separating grain from the layer of the straw heap. In order to introduce additional elements into the straw walker design, it is necessary that this design does not disrupt the technological process of key straw walker work.

As a result of the research, it is necessary to substantiate the trajectory of the straw heap movement taking into account the modern characteristics of grain harvesters. It is necessary to construct a graphical dependence of the change in the position of the straw walker shaft in the directions along the main coordinate axes. Also, to substantiate and determine the main parameters of the time cycle of the heap movement trajectory from the moment of separation from the surface of the key until the moment of meeting with the straw walker key. Based on the data obtained, it is necessary to construct a diagram of the impact of the straw walker key of the grain harvester on the straw mass during the full working cycle.

Key words: straw walker, straw mass, kinematic mode indicator, key inclination angle, point movement trajectory, separation.

Введение

Основным принципом работы соломотряса является периодическое подбрасывание соломистого вороха и последующие соударения о поверхность клавиш. За счет удара происходит смещение вниз зерен относительно структурной решетки соломистого вороха, сепарация их из этого вороха с последующим выделением через перфорированную поверхность клавиш соломотряса. Сила такого удара зависит от массы материала, взаимодействующего с клавишей, и траектории его полета. Скорость перемещения этого материала по соломотрясу зависит от траектории его движения.

Так как основная часть зерен выделяется до попадания их на соломотряс, то массой выделяемых соломотрясом зерен в единицу времени в силу ее незначительности можно пренебречь, а значит, массе движущегося вороха можно принять постоянной величиной. Учитывая, что точки рабочей поверхности соломотряса движутся по окружностям с постоянной угловой скоростью ω (рад/с), изменение силы удара соломистой массы о поверхность клавиши можно считать незначительным. На основании этого можно было бы предположить, что при движении соломистой массы по соломотрясу сепарация зерна через слой вороха должна быть практически одинаковой. Но этого не происходит из-за того, что циклические удары соломистой массы о рабочую поверхность соломотряса влияют также и на общую структуру этой массы, частично уплотняя ее и тем самым затрудняя свободное прохождение зерна через ворох. Поэтому при перемещении соломистой массы по соломотрясу наблюдается некоторое замедление процесса сепарации, обусловленное, в том числе и уменьшением содержания зерна. Чтобы дополнительно активизировать процесс, необходимо разрыхление соломистой массы, начиная с некоторого момента ее движения дополнительными устройствами.

Цель исследования – установить, какие параметры оказывают наибольшее воздействие на характер движения соломистого вороха по поверхности клавишного соломотряса зерноуборочного комбайна; обосновать траекторию движения соломистого вороха с учетом современных характеристик зерноуборочных комбайнов.

Основная часть

Возможное дополнительное воздействие активатора на обрабатываемую соломистую массу нельзя рассматривать в отрыве от основного процесса работы клавишного соломотряса. Исследованию характеристик рабочего процесса соломотряса посвящены классические работы академика В. П. Горячкина [1, 2], профессора М. Н. Летошнева [3, 4] и других исследователей [5, 6, 7, 8, 9].

Задаемся начальными условиями – конструктивными параметрами клавишного соломотряса: радиус коленчатого вала соломотряса $r = 0,05$ м, частота вращения коленчатого вала соломотряса $n = 215$ мин⁻¹, угловая скорость вращения вала соломотряса $\omega = 22,515$ рад/с, ускорение свободного падения $g = 9,81$ м/с².

Время одного оборота коленчатого вала соломотряса определим по зависимости:

$$t_{\text{об}} = 60 / n = 60 / 215 = 0,279 \text{ с}, \quad (1)$$

где n – частота вращения коленчатого вала соломотряса, мин⁻¹.

Угол наклона клавиши соломотряса примем:

$$\alpha = \frac{15\pi}{180} = 0,262 \text{ рад}. \quad (2)$$

Согласно исходным данным, рассчитаем показатель кинематического режима клавишного соломотряса и линейную скорость движения его коленчатого вала [2]:

$$k = \frac{\omega^2 r}{g} = 2,586, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость вращения вала соломотряса, рад/с;

r – радиус вала соломотряса, м.

$$v = \frac{2\pi r}{t_{\text{об}}} = 1,1257 \text{ м/с}, \quad (4)$$

где $t_{\text{об}}$ – время полного оборота, с.

Рассмотрим траекторию движения периферийных точек коленчатого вала привода соломотряса с постоянной угловой скоростью ω как окружность с центром в начале координат радиуса r . Согласно [1, 2], такое движение точек может быть описано системой параметрических уравнений:

$$\begin{cases} x(t) = r \cos(\omega t - \alpha), \\ y(t) = r \sin(\omega t - \alpha). \end{cases} \quad (5)$$

Тогда скорость движения этих точек в проекциях на оси координат и ее величину можно определить по соответствующим формулам:

$$\vec{v}_{к.в}(t) = -\omega r \sin(\omega t - \alpha) \vec{i} + \omega r \cos(\omega t - \alpha) \vec{j}; \quad (6)$$

$$|\vec{v}_{к.в}(t)| = \sqrt{\omega^2 r^2 \sin^2(\omega t - \alpha) + \omega^2 r^2 \cos^2(\omega t - \alpha)} = \omega r. \quad (7)$$

Согласно принятым исходным данным, графические зависимости изменения проекций скоростей периферийных точек коленчатого вала соломотряса в направлениях осей Ox и Oy показаны на рис. 1.

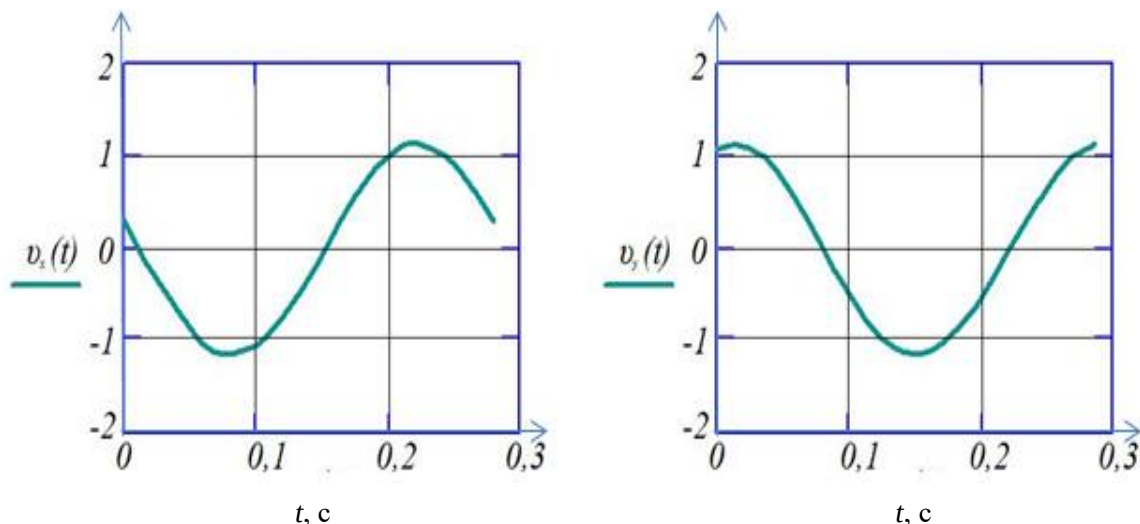


Рис. 1. Изменение положения вала соломотряса в направлениях X и Y с изменением времени t (с)

Рассмотрим перемещение соломистой вороха по соломотрясу как совокупность элементарных траекторий его движения.

Определим положения характерных точек:

- исходной (A);
- отрыва частицы (B);
- максимального подъема (C);
- встречи с клавишей после падения (E).

Цикл 1 (точка A – исходная точка движения частицы вороха).

Положение точки A в системе координат xOy .

Исходя из принятых конструктивных и технологических параметров координаты точки A будут равны:

$$A_x = x_0 = 0,048 \text{ м}; A_y = y_0 = -0,013 \text{ м} \quad (8)$$

и т. д.

Определим положение характерной точки B .

Время движения от исходной точки до момента отрыва соломы от клавиши составит:

$$t_1 = \frac{\arcsin\left(\frac{\cos(\alpha)}{k}\right)}{\omega} = 0,017 \text{ с}, \quad (9)$$

где k – показатель кинематического режима.

Определим положения характерных точек траектории движения соломистой частицы в динамике взаимодействия ее с клавишей соломотряса (рис. 2).

$$C_x = x_2(t_2) = 0,034 \text{ м}; C_y = y_2(t_2) = 0,07 \text{ м.} \quad (18)$$

Угол, на который при этом повернется коленчатый вал, при отсчете от исходной точки (точка A) будет равен:

$$\omega t_2 \frac{180}{\pi} = 169,031^\circ. \quad (19)$$

Из уравнения получим:

$$v_{r2}(t_3) = \operatorname{tg}(-\alpha)(x_2(t_3) - x(t_3)) + y(t_3) - y_2(t_3). \quad (20)$$

Определим время от точки A (исходное положение) начала движения соломистого вороха относительно клавиши соломотряса до момента падения его на клавишу соломотряса численным методом из условия $v_r(t_3) = 0$, используя функцию $\operatorname{root}()$ MathCad.

При заданных условиях движения это время составит:

$$t_3 = \operatorname{root}(v_{r2}(t_3), t_3) = 0,266 \text{ с.} \quad (21)$$

Тогда время полета соломистой массы после отрыва от клавиши соломотряса составит:

$$\Delta t_3 = t_3 - t_1 = 0,249 \text{ с.} \quad (22)$$

При этом угол, на который повернется коленчатый вал относительно исходного положения, будет равен:

$$\omega t_3 \frac{180}{\pi} = 343,004^\circ. \quad (23)$$

Определим координаты точки D клавиши, соответствующие повороту коленчатого вала в момент встречи, по зависимостям:

$$D_x = x(t_3) = 0,042 \text{ м}; D_y = y(t_3) = -0,026 \text{ м.} \quad (24)$$

Координаты точки E описывают падение соломистой массы на клавишу соломотряса и определяются по зависимостям:

$$E_x = x_2(t_3) = 0,016 \text{ м}; E_y = y_2(t_3) = -0,019 \text{ м.} \quad (25)$$

При этом расстояние от начала координат до точки падения соломистой массы на клавишу соломотряса будет равно:

$$r_1 = \sqrt{x_2(t_3)^2 + y_2(t_3)^2} = 0,025 \text{ м.} \quad (26)$$

Время от момента падения соломистой массы на клавишу до возврата клавиши в исходное положение (в точку A) определим по зависимости:

$$\Delta t_4 = t_{06} - t_3 = 0,013 \text{ с.} \quad (27)$$

Характеристики движения вороха, определенные для усредненных параметров и режима работы соломотряса, позволяют количественно описать картину рассматриваемого взаимодействия и разработать предложения по обоснованию конструкции и параметров активаторов.

В результате проведенного анализа получены математические зависимости, определяющие траекторию движения соломистого вороха, ее характерные точки и соответствующие положения клавиши.

Определить величину радиус-вектор точки A можно по зависимости:

$$f_0(z_0) = \operatorname{tg}(-\alpha)z_0. \quad (28)$$

где z_0 – время движения материальной точки от момента падения на клавишу соломотряса до момента начала отрыва, с.

Тогда траектория движения будет иметь вид:

$$f_1(z_1) = \operatorname{tg}(\omega t_1 - \alpha)z_1. \quad (29)$$

где z_1 – время движения материальной точки от момента начала отрыва до величины наивысшего подъема, с.

Уравнение прямой, на которой лежит вектор скорости, определим по зависимости:

$$p = x(t_1) + 0,0025x(t_1) + 0,0025 - 0,00001...x(t_1) - 0,008. \quad (30)$$

$$kas(p) = \frac{-x_2(t_1)}{\sqrt{r^2 - x_2(t_1)^2}}(p - x(t_1)) + y(t_1). \quad (31)$$

В результате радиус-вектор положения точки коленчатого вала при максимальном отрыве соломистой массы от клавиши примет вид:

$$z_2 = 0,00001...x(t_2); \quad f_2(z_2) = tg(\omega t_2 - \alpha)z_2. \quad (32)$$

Определим радиус-вектор точки D по формуле:

$$z_3 = 0,00001...x(t_3); \quad f_3(z_3) = tg(\omega t_3 - \alpha)z_3. \quad (33)$$

Определим положение клавиши в момент падения на нее соломистой массы по зависимости:

$$x_n = r \cos(\omega t_3 - \alpha) - r + r \cos(\omega t_3 - \alpha) + 0,00001...r \cos(\omega t_3 - \alpha). \quad (34)$$

$$y_n(x_n) = tg(-\alpha) - (x_n - x(t_1 + \Delta t_3)) + y(t_1 + \Delta t_3). \quad (35)$$

Координаты точки соломистого вороха при полном обороте коленчатого вала соломотряса примут вид:

$$x_4 = r_1 \cos(\omega(t_{ог}) - \alpha) = 0,02416 \text{ м}; \quad (36)$$

$$y_4 = r_1 \sin(\omega(t_{ог}) - \alpha) = -6,4743 \cdot 10^{-3} \text{ м}. \quad (37)$$

Опишем траекторию движения соломистой массы на клавише с момента их встречи до завершения:

$$t_p = t_3 + 0,00001t_{ог} + 0,013. \quad (38)$$

$$x_3(t_p) = r_1 \cos(\omega t_p - \alpha_2). \quad (39)$$

$$y_3(t_p) = r_1 \sin(\omega t_p - \alpha_2). \quad (40)$$

Проведенное теоретическое исследование позволило определить координаты характерных точек A, B, C, D, E возможной траектории движения соломистой частицы. Расчеты показывают, что траектория полета зависит от конструктивных параметров клавиши соломотряса и угловой скорости, а значит, и в целом от времени движения соломистого вороха по соломотрясу и силы удара массы о поверхность клавиши. Это именно те параметры, которые влияют на процесс выделения зерна из вороха.

Заключение

Как показывают расчеты, на движение и взаимодействие соломистого вороха с клавишей влияют угловая скорость и угол наклона клавиши. Изменение угла наклона клавиши в конструкции современного комбайна также невозможно, так как угол наклона клавиши не имеет технологических регулировок и в каждом комбайне установлен свой оптимальный угол наклона. Так как реальное изменение конструкции конструктивных параметров элементов соломотряса не дает желаемого эффекта (увеличение сепарации зерна из слоя вороха), то выдвинем гипотезу о том, что поставленную задачу можно решить с помощью пружинно-пальцевых активаторов. Данная конструкция может быть установлена на клавишный соломотряс любого зерноуборочного комбайна, установка занимает мало времени, произвести ее возможно в полевых условиях без изменения конструкции и без нарушения технологического процесса работы комбайна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин, В. П. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / В. П. Горячкин; под общ. ред. проф. В. П. Горячкина. – М., 1936. – Т. 3: Теория. – 780 с.
2. Горячкин, В. П. Теория просеивания зерен из вороха / В. П. Горячкин // Собрание сочинений: в 3 т. – М.: Колос, 1968. – Т. 1. – 720 с.
3. Летошнев, М. Н. Основы теории клавишных соломотрясов / М. Н. Летошнев // Сб. науч. работ ЛИМЭСХ. – 1948. – Вып. № 5. – С. 54–72.
4. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М. Н. Летошнев. – Москва – Ленинград: Гос. изд-во с.-х. лит., 1955. – 764 с.
5. Алферов, С. А. Как работает зерноуборочный комбайн / С. А. Алферов, А. И. Калашин, А. Д. Угаров. – М.: Машиностроение, 1981. – 190 с.
6. Берг, Б. А. Движение материальной точки по наклонной плоскости с трением, совершающей круговое поступательное движение / Б. А. Берг // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М., 1936. – Т. 3: Теория. – С. 522–539.
7. Ковалевский, В. Ф. Определение усилий на деформацию соломы прутковыми элементами / В. Ф. Ковалевский, А. В. Клочков // Агропанорама – Минск, БГАТУ. 2016. – № 1. – С. 9–13.
8. Клочков, А. В. Новый активатор соломотряса зерноуборочного комбайна / А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 13. – С. 14–17.
9. Клочков, А. В. Характеристика технологического процесса пружинно-пальцевого активатора соломотряса / А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский. // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса АПК: материалы Междунар. науч. – практ. конф. Минск, 9 июня 2016 г. / М-во с. х. и прод. Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», УО «Белорус. гос. аграр. техн. ун-т»; редкол.: Н. К. Лисай и [др.]. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 210–216.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИСАДОК

А. Н. КАРТАШЕВИЧ, Е. А. КЫЗЛАСОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kartashevich@yandex.ru

(Поступила в редакцию 07.04.2025)

Основными эксплуатационными характеристиками автотракторных дизелей являются показатели, обеспечивающие установленную мощность, топливную экономичность, экологическую безопасность, надежность, зависящие от комплекса конструктивных и эксплуатационных факторов. Одним из основных факторов по выполнению требуемых показателей является качество применяемого дизельного топлива. Химические и физические свойства дизельного топлива оказывают существенное влияние на организацию процессов смесеобразования и сгорания, токсичность отработавших газов, показатели надежности топливоподающей аппаратуры, деталей цилиндропоршневой группы и двигателя в целом. Наиболее приемлемым способом обеспечения требуемых показателей дизельного топлива является применение различных присадок.

В результате проведенного обзора представлены основные показатели современных цетаноповышающих присадок к дизельному топливу, обеспечивающих улучшение смесеобразования и сгорания топлива, что приводит к улучшению мощностных, экономических и экологических характеристик работы дизельных двигателей. Приведены основные показатели современных депрессорных присадок к дизельному топливу, обеспечивающих улучшение эксплуатационных качеств, достижения предельной температуры фильтруемости и снижения уровня осаждения парафинов. Наиболее приемлемым способом обеспечения требуемых экологических показателей дизельного топлива является применение различных антидымных присадок в основе которых используются соединения бария, марганца и железа. Противознозные присадки на основе жирных нафтеновых или карбоновых кислот повышают эксплуатационный ресурс двигателя, доводят показатели топлива до соответствия профильным нормативным требованиям, дополнительно защищают элементы топливной аппаратуры от коррозии и, как следствие, снижают расходы на плановое техническое обслуживание.

Ключевые слова: показатель, дизельное топливо, эксплуатационные характеристики.

The main performance characteristics of automotive and tractor diesel engines are the indicators that ensure the installed capacity, fuel efficiency, environmental safety, reliability, depending on a set of design and operational factors. One of the main factors for meeting the required indicators is the quality of the diesel fuel used. Chemical and physical properties of diesel fuel have a significant impact on the organization of mixture formation and combustion processes, toxicity of exhaust gases, reliability indicators of the fuel supply equipment, parts of the cylinder-piston group and the engine as a whole. The most acceptable way to ensure the required indicators of diesel fuel is the use of various additives. As a result of the review, the main indicators of modern cetane-enhancing additives to diesel fuel are presented, providing improved mixture formation and combustion of fuel, which leads to improved power, economic and environmental performance of diesel engines. The main indicators of modern depressant additives to diesel fuel are given, providing improved performance, achieving the maximum filterability temperature and reducing the level of paraffin deposition. The most acceptable way to ensure the required environmental performance of diesel fuel is to use various anti-smoke additives based on barium, manganese and iron compounds. Anti-wear additives based on fatty naphthenic or carboxylic acids increase the service life of the engine, bring fuel performance to compliance with profile regulatory requirements, additionally protect fuel equipment components from corrosion and, as a result, reduce the cost of scheduled maintenance.

Key words: indicator, diesel fuel, performance characteristics.

Введение

Основными эксплуатационными характеристиками автотракторных дизелей являются показатели, обеспечивающие установленную мощность, топливную экономичность, экологическую безопасность, надежность, зависящие от комплекса конструктивных и эксплуатационных факторов. Одним из основных факторов по выполнению требуемых показателей является качество применяемого дизельного топлива. Химические и физические свойства дизельного топлива оказывают существенное влияние на организацию процессов смесеобразования и сгорания, токсичность отработавших газов, показатели надежности топливоподающей аппаратуры, деталей цилиндропоршневой группы и двигателя в целом. Наиболее приемлемым способом обеспечения требуемых показателей дизельного топлива является применение различных присадок.

Наличие обширного парка дизельных силовых установок, работающих длительное время в условиях низких температур, большая удаленность этих зон эксплуатации от источников снабжения, сложность поставок запасных частей требует значительного повышения надежности автотракторной техники.

Опыт эксплуатации машин показывает, что их надежность существенно зависит от климатических условий. Это становится особенно заметно, если машины работают в климате, на который они не рассчитаны. Количество отказов, интенсивность изнашивания деталей в условиях зимней эксплуатации в 3...5 раз выше, чем при положительной температуре окружающей среды [1].

Следует отметить, что дизельного топлива зимних сортов выпускают значительно меньше, чем летних. Нефтеперерабатывающие заводы производят около 11 % зимнего и 1 % арктического дизельного топлива от общего объема. Потребность в зимнем дизельном топливе удовлетворяется менее чем на 50 % [2]. Поэтому зимние сорта топлива следует использовать только в холодное время не допускать их смешивания с летними топливами.

Белорусский стандарт СТБ 1658–2006 [3] предусматривает выпуск дизельных топлив для различных климатических районов. Для районов с умеренным климатом выпускается 6 марок дизельных топлив (А, В, С, D, E, F), имеющих предельные температуры фильтруемости соответственно +5; 0; –5; –10; –15; и –20 °С. Для районов с холодным и арктическим климатом предусмотрен выпуск 5 классов (0,1,3,4,5) дизельного топлива с предельной температурой фильтруемости от –20 до –44 °С.

Целью исследований явилось изучение возможностей использования присадок к дизельным топливам.

Задачей исследования явилось обоснование и создание новых видов дизельных топлив с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Основная часть

Качество дизельного топлива регламентирует ГОСТ 305-82 – «Топливо дизельное. Технические условия» [1], который устанавливает значения основных физико-химических показателей, определяющих качество топлива: цетановое число, кинематическая вязкость, температуры помутнения, застывания и вспышки, массовая доля серы, содержание водорастворимых кислот и щелочей, концентрация физических смол, кислотность, зольность и др. Для обеспечения требуемых значений отдельных показателей на завершающем этапе производства дизельных топлив в смесь дистиллятной газойлевой фракции и продуктов в результате каталитического крекинга вводятся присадки, улучшающие одно или несколько свойств дизельного топлива. Присадки для дизельного топлива подразделяются на следующие группы (рис. 1):

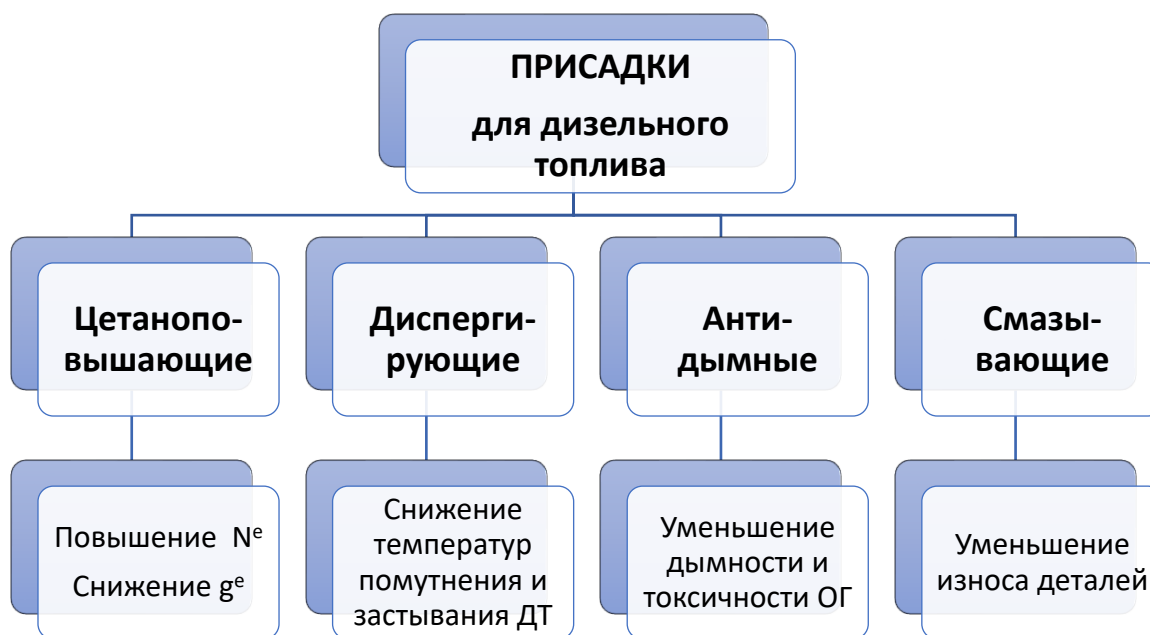


Рис. 1. Присадки для дизельного топлива

Цетаноповышающие (промоторы воспламенения): увеличивают цетановое число топлива, что улучшает его воспламеняемость и снижает время задержки воспламенения. Это способствует более равномерному и полному сгоранию топлива.

Депрессорно-диспергирующие: предотвращают кристаллизацию парафинов в топливе при низких температурах, улучшая его текучесть и предотвращая засорение фильтров.

Противодымные служат для уменьшения дымности отработавших газов.

Смазывающие противоизносные: защищают топливную систему от износа, особенно при использовании малосернистого топлива. Они уменьшают трение и предотвращают коррозию.

Как правило большинство присадок являются многофункциональным, сочетающих в себе несколько функций, таких как улучшение сгорания, защита от износа и повышение мощности двигателя.

По ГОСТ 305-82 цетановое число дизельного топлива должно быть не менее 45. Согласно СТБ 1658–2006 [2] цетановое число должно быть не менее 51 для дизельного топлива, применяемого в

условиях умеренного климата, и 47...49 – для дизельного топлива, применяемого в условиях арктического и холодного климата. Чем выше цетановое число, тем лучше воспламеняемость топлива. В то же время при использовании топлива с повышенным цетановым числом происходит преждевременное воспламенение топливной смеси, которое снижает мощность и экономичность дизеля, повышает дымность отработавших газов. Применение топлива с цетановым числом менее 40 обуславливает жесткую работу двигателя, при которой возникает характерный металлический стук, напоминающий детонацию в двигателе с искровым зажиганием, повышенную вибрацию перегрев деталей цилиндропоршневой группы.

Для повышения цетанового числа дизельного топлива к нему добавляются кислородосодержащие присадки (органические перекиси, сложные эфиры азотной кислоты – этилнитрат, изопропилнитрат и др.) [3], которые резко снижают период задержки самовоспламенения. Данные присадки ускоряют начальные предпламенные реакции и способствуют образованию новых активных центров реакции. Например, добавление 1 % изопропилнитрата в зимнее, арктическое или низкоцетановое топливо повышает цетановое число на 10...12.

Специалистами фирмы «Юникол» разработана новая эффективная присадка «Миакрон-2000», основу которой составляет этилгексилнитрат. Массовая доля присадки в дизельное топливо должна быть 0,1...0,3 %. Один килограмм цетаноповышающей присадки Миксент 2000 на 1 тонну дизельного топлива повышает цетановое число на 3...4 единицы [4]. Присадка применяется нефтеперерабатывающими заводами для доведения цетанового числа выпускаемого ДТ до нормативных требований по ГОСТ (ТУ). Данная присадка снижает время задержки воспламенения топливной смеси, увеличивает равномерность и полноту сгорания топлива в двигателе, смягчает жесткость работы дизельного двигателя и облегчает его запуск, за счет улучшения сгорания топлива улучшает экологические характеристики и снижают расход топлива на 5...7 % [5].

Цетаноповышающая присадка Difron H 375 снижает шум в двигателе, облегчает холодный запуск. Эта присадка используется также в качестве антиокислителей, так как дизельное топливо начинает окисляться уже через три месяца хранения [6].

Для повышения цетанового числа используются также универсальные присадки с дополнительными возможностями [7]: Liqui Moly Super Diesel Additiv – очищает топливную систему; Hi-Gear – защищает металлические детали и уменьшает расход топлива; BBF – обладает антикоррозийным эффектом; Lavr – рекомендуется для постоянного использования в условиях низких температур; Castrol TDA – обладает одновременно смазывающим и противоизносным эффектом.

Заводы, производящие дизельное топливо по европейским стандартам, закупают цетаноповышающие присадки в основном за рубежом. Наиболее известные присадки – Kerobrizol (BASF), Hitec 4103W (Afton Chemical Corporation), RV 100 (Total) [8,9].

Низкотемпературные свойства дизельного топлива улучшают двумя способами [3]: удалением из их состава высокоплавких парафинов нормального строения или добавления в них депрессорных присадок. Добавляя эти присадки, можно снизить предельную температуру застывания на 15...20 °С. Механизм действия депрессорных присадок заключается в модификации структуры кристаллизующихся парафинов и уменьшении их размеров. Низкотемпературные свойства дизельного топлива с депрессорными присадками оцениваются по температуре помутнения и предельной температуре фильтрации (ПТФ), а топлив без присадок – по температуре помутнения и застывания.

Эффективность депрессорных присадок во многом определяется составом дизельного топлива и его характеристиками. Топлива с разными характеристиками обладают отличными способностями к приемистости депрессоров [10]. Дизельные топлива с широкими пределами выкипания расширенного фракционного состава (РФС) более восприимчивы к депрессорам, чем топлива узкого фракционного состава (УзФС). Данные по эффективности отдельных присадок представлены в таблице.

Данные эффективности присадок [2]

Присадка	Концентрация Присадки, %	ПТФ, °С	
		РФС	УзФС
Без присадки	–	–6	–4
ДДП-Антигель	0,2	–18	–15
Dodiflow 5416	0,05	–20	–15
Keroflux 3501	0,05	–22	–18
Difron 389	0,05	–21	–19

Что касается группового углеводородного состава топлив, то его влияние на эффективность присадок разного строения также неодинаково. Углеводороды могут быть расположены по убыванию восприимчивости к депрессорам в следующем порядке: n-парафины, ароматические углеводороды, изопарафины и нафтены.

Присутствие н-парафинов в дизельном топливе значительно ухудшает его низкотемпературные свойства, так как они имеют высокую температуру застывания.

Присадка ДДП-Антигель [11] предназначена для улучшения низкотемпературных свойств средних дистиллятов, позволяет снижать предельную температуру фильтруемости и температуру застывания дизельных и легких печных топлив, а также улучшает дисперсную устойчивость парафиновых углеводородов в дизельном топливе при его хранении ниже температуры помутнения. Это достигается уменьшением размеров и предотвращением агломерации кристаллов парафинов. Для достижения требуемой предельной фильтруемости или температуры застывания, в зависимости от характеристик среднего дистиллята достаточна дозировка 1,5...2,0 кг/т. Присадка обеспечивает снижение предельной фильтруемости до -20...-24 °С, температуры застывания до -30...-35 °С, улучшение противоизносных свойств на 25...30 %, повышение стабильности (седиментационной устойчивости) дизельного топлива при низких температурах.

Депрессорно-диспергирующая присадка Dodiflow 5416 [12] специально предназначена для получения зимнего топлива и улучшает дисперсную устойчивость парафиновых углеводородов в дизельном топливе при его хранении ниже температуры помутнения.

Благодаря широкому сектору активности она эффективна для разных топлив, включая средние дистилляты с узким фракционным составом с различными температурными показателями разгонки. Хорошая диспергируемость кристаллов парафинов в дизельном топливе делает возможным их продолжительное хранение при температуре ниже температуры помутнения без заметной седиментации парафинов. Для достижения требуемой предельной температуры фильтруемости или температуры застывания в зависимости от характеристик среднего дистиллята достаточна дозировка 50...500 г/т.

Депрессорно-диспергирующая присадка Keroflux 3501[13] – комплексная присадка производства немецкого концерна BASF, предназначена для понижения температуры замерзания и предельной температуры фильтруемости дизельного топлива, а также улучшению текучести и предотвращению выпадения парафинов в осадок при низких температурах.

Присадка модифицирует кристаллы высших парафинов, предотвращая формирование когерентной решетки кристаллов парафинов, что позволяет значительно снизить предельные температуры фильтруемости и замерзания дизельного топлива.

Присадка Keroflux 3501 оказывает воздействие на дизельное топливо и в качестве диспергатора, уменьшая размеры кристаллов парафина и препятствуя воссоединению измельченных парафиновых кристаллов за счет электростатического эффекта.

Процентное соотношение присадки Keroflux 3501 к дизельному топливу такое же, как у всех депрессорно-диспергирующих присадок и составляет от 0,01 до 0,1 % (от 100 гр. до 1000 гр. на 1 тонну).

Оптимальное соотношение составляет от 0,03 % до 0,06 % (0,3...0,6 кг/т).

Депрессорно-диспергирующая присадка Difron 389 [14] представляет собой смесь беззольных полимеров, растворенных в нефтяном растворителе. Присадка разработана для модификации кристаллов парафинов для улучшения эксплуатационных качеств, достижения предельной температуры фильтруемости и снижения уровня осаждения парафинов в топливах средней дистилляции при хранении ниже температуры помутнения. Дозировка 500 г/т.

Присадка Difron 3319 [15] по воздействию во многом идентична с ДДП-Антигель, но дозировка этой высококачественной европейской присадки в два раза меньше, чем Антигелем (1л/м³).

Депрессорные присадки этилцеллозольва (жидкость «И») и ТГФ-М существенно снижают температуру застывания и предельную температуру фильтруемости и практически не изменяет температуру помутнения.

Присадка «Аспект-Д» вводится в летние и зимние топлива из расчета 2 г на 2 кг топлива и обеспечивает бесперебойную работу дизеля до температуры – 20°С.

Рост парка автомобильных двигателей, увеличение единичных мощностей и расширение сферы их применения приводит к загрязнению атмосферы токсичными веществами отработавших газов (ОГ) ДВС, увеличению их вредного воздействия.

В развитых странах мира в результате соответствующих законодательных ограничений за последние 10...15 лет наблюдается устойчивая тенденция снижения выбросов вредных веществ с ОГ автомобилей.

Снижение токсичности всех новых тракторов и автомобилей должно быть таким, чтобы обеспечить снижение вредных выбросов по всем действующим нормам.

Двигатели загрязняют атмосферу вредными веществами, выбрасываемыми с отработавшими газами (более 95 %), картерными газами и топливными испарениями.

Так как рабочий процесс ДВС осуществляется по разомкнутому циклу, то выброс в окружающую среду ОГ является неотъемлемым условием их работы. При идеальном сгорании стехиометрической смеси углеводородного топлива с воздухом в продуктах сгорания должны присутствовать только нетоксичные компоненты N_2 , CO_2 и H_2O . В реальных же условиях ОГ содержат продукты неполного сгорания и представляют собой аэрозоль сложного состава, содержащую более 1000 компонентов. Основной массовый их состав – это нетоксичные элементы, но наряду с ними присутствуют и некоторые токсичные вещества. К таким веществам ОГ ДВС относятся: оксиды азота (NO_x), сажа (С), альдегиды ($RCHO$), оксиды углерода (CO), углеводороды (C_nH_m), в том числе канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), оксиды серы и др. [16].

Снижение токсичности ОГ до допустимых пределов представляет собой сложную научно-техническую задачу, при решении которой большое значение имеет стоимость тех или иных проводимых мероприятий, а также необходимость обеспечения сохранения высоких экономических, энергетических и других показателей двигателей.

Исторически снижение токсичности ОГ осуществлялось в первую очередь путем совершенствования традиционных процессов смесеобразования и сгорания при одновременной оптимизации управления двигателем (состав смеси и угол опережения зажигания). Практика показала, что достичь при этом уровня токсичности ОГ, требуемого законодательством развитых стран, нельзя. Поэтому широкое применение получил второй путь – нейтрализация ОГ в системе выпуска, при котором токсичные газы (CO , C_nH_m и NO_x), вышедшие из цилиндров двигателя, нейтрализуются в системе выпуска до выброса их в атмосферу. Улучшение показателей

В России были допущены к применению в дизельных топливах противодымные присадки, содержащие барий: ИХП-702, ИХП-706, ЭФАБ-Б, Ангарад-2401, Lubrizol-8288 и др. [17].

ИХП-702 – первая антидымная присадка, разработанная в Баку в 1960–1970-е годы. Она представляла собой топливорастворимый диалкилфенолят бария, получаемый непосредственным действием гидроксида бария на алкилфенол. При введении в топлива в концентрации 1 % присадка обеспечивала снижение сажи в отработавших газах на 50...80 %.

ИХП-706 – превосходила предыдущую присадку по содержанию бария и, следовательно, антидымной активности. Увеличение концентрации металла достигалось карбонацией, т.е. обработкой реакционной массы углекислым газом. За счет этой операции концентрация бария в присадке увеличивалась в полтора раза. Рекомендуемая концентрация присадки в топливе составляла 0,2...0,5 %.

Обе присадки были причиной образования отложений на распылителях форсунки, что ухудшало геометрию струи и характеристики распыливания топлива.

ЭФАБ-Б – композиция алкилфенолята бария (65 %), диспергирующего компонента (5 %) и растворителя (30 %), подобранного таким образом, чтобы обеспечить низкую температуру застывания присадки и невысокую вязкость.

Ангарад-2401 – смесь алкилфенолята бария (50–90 %), основания Маниха (10–50 %) и ФК-4 (0,1–5 %). По данным стендовых испытаний дизеля КАМАЗ-740 введение 0,3 % присадки в дизельное топливо дымность отработавших газов снижается примерно вдвое.

Lubrizol-8288 – композиция алкилфенолята бария с азотосодержащей диспергирующей добавкой в отношении 10:4. При испытаниях дизельного топлива с 0,1 % присадки дымность отработавших газов снижалась в среднем на 23 %.

Эффективность антидымных присадок зависит от типа двигателя и режима его работы. При стендовых испытаниях она составляет 30...70 %, а в условиях эксплуатации может быть гораздо выше. При испытании присадок, содержащих барий, на двигателях с предварительным смесеобразованием был получен больший эффект, чем на двигателях с прямым впрыском [18, 19].

При сгорании топлива с присадкой образуются сульфаты и карбонаты бария, а также карбоновые кислоты. Сульфат бария нерастворим в воде и не считается ядовитым, карбонат бария токсичен, концентрация которого, а отработавших газов может в несколько раз превышать ПДК.

Несмотря на то, что антидымный эффект находится в прямой зависимости от содержания бария в топливе, рекомендуемые концентрации присадок ограничены. Их повышенная зольность приводит к образованию отложений в камере сгорания, а иногда – к ускоренному износу деталей двигателя и топливной аппаратуры. Кроме того, продукты сгорания присадок выбрасываются в атмосферу в виде

твердых частиц. На практике этот недостаток компенсируется снижением образования сажи, которая также представляет собой твердые частицы, причем более опасные, чем неорганическая зола.

В качестве антидымных присадок могут использоваться соединения марганца, например, Hites-300, но они гораздо дороже чем присадки на основе бария.

В АО 2НАМИ-ХИМ» исследованы железосодержащие присадки, которые проявили достаточно высокую эффективность в двигателях с предкамерным смесеобразованием, но были малоэффективны при испытаниях на двигателях с непосредственным впрыском.

В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза к дизельным топливам предъявляются жесткие требования по содержанию серы.

Требования экологических классов дизельного топлива следующие [20]:

K3 – содержание серы не более 350мг/кг;

K4 – содержание серы не более 50мг/кг;

K5 – содержание серы не более 10мг/кг.

Основным способом уменьшения содержания серы и серосодержащих органических соединений является процесс гидроочистки. Однако в связи с глубокой гидроочисткой дизельных фракций значительно ухудшаются противоизносные свойства дизельных топлив, которые приводят к износу деталей топливной аппаратуры. Это происходит за счет вымывания полярных молекул, образующих граничный слой толщиной менее 1 мкм на трущихся парах топливной системы. Именно данный слой уменьшает силу трения и предотвращает износ при граничном трении деталей, имеющих зазор, равный 1...3 мкм [21]. Улучшить смазывающие характеристики дизельных топлив можно использованием противоизносных присадок. Рабочие концентрации этих присадок в дизельных топливах составляют 0,002...0,004 %. Однако при наличии в топливах других присадок, например, цетаноповышающих, рабочие концентрации которых на порядок выше, наблюдается конкуренция присадок за поверхность, в которой противоизносные присадки проигрывают, поэтому в действительности в дизельные топлива их вводят в концентрации 0,015...0,025 % [22].

В основе принципа действия противоизносных присадок лежит образование прочной трибологической пленки на рабочей поверхности деталей, которая минимизирует износ и помогает защитить металл от едких кислот [23]. Пленка состоит из продуктов механохимических превращений присадки на поверхности металла. Способ ее формирования зависит от режима трения. С исследовательской целью используется более десяти различных методов оценки смазывающих свойств по следующим показателям: коэффициент трения, средний диаметр пятна износа, критическая нагрузка до заедания и др. На основании исследований, проведенной компанией BOSCH, установлено, что использовании топлива с диаметром пятна износа более 410 мкм топливный насос подвергается повышенному износу [21].

Одной из первых противоизносных присадок была присадка на основе нафтенных кислот. Однако эти кислоты имеют один очень серьезный недостаток – вызывают коррозию металлов. В связи с этим были предложены альтернативные виды сырья для производства присадок – жирные кислоты, выделяемые из талловых масел, а также их производные, в частности, сложные эфиры, амины и амиды. Жирные кислоты обладают значительной поверхностной активностью и образуют прочные хемосорбционные слои на поверхности металла, снижающие трение механизмов.

На их основе получены присадки Миксент 2030, Байкат, CHIMTEC H200 и Difron LT345, Dobilube 4940, HiTEC 4140A, Kerokor LA 99 C BASF [24].

Для уменьшения износа топливной аппаратуры разработана присадка Molecule [21], представляющая собой смесь жирных карбоновых кислот в углеводородном растворителе. Она предназначена для малосернистых дизельных топлив, прошедших гидроочистку. Введение присадки в топливо в концентрации 200 ppm улучшает смазывающие свойства на 40...50 %, а диаметр пятна износа уменьшается с 550 до 370...330 мкм.

Заключение

1. В результате проведенного обзора представлены основные показатели современных цетаноповышающих присадок к дизельному топливу, обеспечивающих улучшение смесеобразования и сгорания топлива, описан механизм их действия, химический состав, что приводит к улучшению мощностных, экономических и экологических характеристик работы дизельных двигателей.

2. Представлены основные показатели современных депрессорных присадок к дизельному топливу, обеспечивающих улучшение эксплуатационных качеств, достижения предельной температуры фильтруемости и снижения уровня осаждения парафинов.

3. Наиболее приемлемым способом обеспечения требуемых экологических показателей дизельного топлива является применение противодымных присадок в основе которых используются соединения бария, марганца и железа.

4. Противоизносные присадки на основе жирных нефтеных или карбоновых кислот повышают эксплуатационный ресурс двигателя, доводят показатели топлива до соответствия профильным нормативным требованиям, дополнительно защищают элементы топливной аппаратуры от коррозии и, как следствие, снижают расходы на плановое техническое обслуживание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топливо дизельное. Технические условия: ГОСТ 305-82: введ. 01.01.1983. – М., 2003.
2. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Топливо дизельное. Технические требования и методы испытания: СТБ 1658–2006; введ. 01.02. 2007. – Минск, 2006.
3. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеев – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
4. Цетаноповышающая присадка к дизельному топливу Миксент 2000. – URL: <https://miksentr.ru/cetanopovyshayushhaya-prisadka/> (дата обращения 08.01.2025).
5. Испытания противоизносной присадки МИКСЕНТ 2030 – URL: <https://miksentr.ru/stati/stati/ispytaniya-protivoiznosnoy-prisadki-miksentr-2030.html> (дата обращения 08.01.2025).
6. Цетаноповышающие присадки. Особенности применения. – URL: <https://www.topreq.ru/stati-i-jbsori/> (дата обращения 08.01.2025).
7. Цетаноповышающие присадки. – URL: <https://www.ofptr.ru/blog/> (дата обращения 08.01.2025).
8. Цетаноповышающие присадка для дизельного топлива. – URL: <https://lakeevsn.ru/tekhnologii> (дата обращения 08.01.2025).
9. Получение присадок, повышающих цетановое число дизельного топлива из вторичного сырья и изучение их свойств. – URL: <https://Zuniversum.ru.com/tech/archive/item/17350> (дата обращения 08.01.2025).
10. Воздействие депрессорно-диспергирующих присадок на дизельное топливо в зависимости от его состава и свойств. – URL: <https://www.topreq.ru/stati-i-obzori/> (дата обращения 08.01.2025).
11. ДДП-Антигель. – URL: <https://www.Компания-кондор.ру/ddp-antigel> (дата обращения 08.01.2025).
12. Dodiflow 5416 Депрессорно-диспергирующая присадка. – URL: <https://chimtec.ru/product/diesel/antigel/ Dodiflow 5416> (дата обращения 08.01.2025).
13. Депрессорно-диспергирующая присадка Keroflux 3501. – URL: <https://miksentr.ru/depressorno-dispergirujushhaya-prisadka/keroflux-3501.php> (дата обращения 08.01.2025).
14. Difron 389. Депрессорно-диспергирующая присадка. – URL: <https://www.topreq.ru/> (дата обращения 08.01.2025).
15. Важные особенности депрессорно-диспергирующих присадок. – URL: <https://www.topreq.ru/stati-i-odzori/> (дата обращения 08.01.2025).
16. Карташевич, А. Н. Двигатели внутреннего сгорания. Основы теории и расчета: учебное пособие / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок. – Горки, БГСХА, 2011. – 312 с.
17. Мельберт, А. А. Результаты исследования по применению антидымных присадок в дизельное топливо / А. А. Мельберт, А. А. Мельберт, К. С. Боков // Ползуновский вестник. – №2. – 2015. – №2. – С. 99–102.
18. Данилов, А. М. Применение присадок в топливах / А. М. Данилов. – СПб.: Химиздат, 2010. – 386 с.
19. Капустин, В. М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками / В. М. Капустин. – М.: Колос, 2008. – 232 с.
20. Добавки в дизельное топливо. – URL: <https://mikset.ru/> (дата обращения 08.01.2025).
21. Противоизносные (смазывающие) присадки в дизельное топливо. – URL: <https://prisadkidt.ru/> (дата обращения 08.01.2025).
22. Противоизносные присадки для дизельных топлив. – URL: <https://chimtec.ru> (дата обращения 08.01.2025).
23. Как защитить дизельный двигатель? Противоизносные присадки. – URL: <https://oduvanshik-him.ru/> (дата обращения 08.01.2025).
24. Противоизносные (смазывающие) присадки. – URL: <https://www.toreq.ru> (дата обращения 08.01.2025).

АНАЛИЗ ЦИКЛА ДВИЖЕНИЯ СОЛОМИСТОЙ МАССЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КЛАВИШ СОЛОМОТРЕСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ УСИЛИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПАЛЬЦЕВ АКТИВАТОРА НА СОЛОМИСТЫЙ ВОРОХ

Л. И. КОВАЛЕВСКАЯ, В. Ф. КОВАЛЕВСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kovalevskaalilia1@gmail.com

(Поступила в редакцию 07.04.2025)

Детально рассмотрели процесс движения соломистого вороха при отрыве его от клавиши соломотреса зерноуборочного комбайна. Описали траекторию движения частицы по поверхности клавишного соломотреса. Определили основные точки, которые преодолевает частица в процессе движения по поверхности соломотреса. Проведен теоретический анализ взаимосвязи пропускной способности зерноуборочного комбайна с клавишным соломотресом с усилением воздействия соломистого вороха на палец пружинно-пальцевого активатора. Это позволяет получить зависимости, которые описывают процесс взаимодействия пальцев, установленных на клавишном соломотресе с соломистой массой.

Клавишный соломотрес зерноуборочного комбайна не имеет технологических регулировок и не всегда обеспечивает требуемого качества уборки по потерям зерна. Это также является сдерживающим фактором производительности комбайнов в реальных условиях уборки. Для активизации процесса выделения зерна из слоя соломы применяются различные устройства, среди которых перспективными являются пружинно-пальцевые активаторы (ППА).

Разработанная конструкция пружинно-пальцевого активатора была установлена на оборудованных типичным клавишным соломотресом зерноуборочных комбайнах ОАО «Гомсельмаш» КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» в ходе производственных испытаний в хозяйствах Речицкого района Гомельской области. В филиале «Советская Белоруссия» ОАО «Речицкий комбинат хлебопродуктов» ППА были установлены на зерноуборочном комбайне с заводским номером 05898, а в хозяйстве КСУП «Агрокомбинат «Холмеч» – с заводским номером 02576.

Ключевые слова: частица, сепарация, соломистый ворох, траектория движения точки, соломотрес.

The process of movement of the straw heap when it is torn off from the straw walker key of the combine harvester was examined in detail. The trajectory of the particle movement along the surface of the key straw walker was described. The main points that the particle passes during the movement along the surface of the straw walker were determined. A theoretical analysis of the relationship between the throughput of a combine harvester with a key straw walker and the force of the straw heap impact on the finger of the spring-finger activator was carried out. This allows us to obtain dependencies that describe the process of interaction of the fingers installed on the key straw walker with the straw mass. The key straw walker of the combine harvester does not have technological adjustments and does not always provide the required quality of harvesting in terms of grain losses. This is also a limiting factor in the productivity of combines in real harvesting conditions. Various devices are used to activate the process of separating grain from the straw layer, among which spring-finger activators (SFAs) are promising. The developed design of the spring-finger activator was installed on grain harvesters of JSC Gomselmash KZS-1218 PALESSE GS12 equipped with a typical key straw walker during production tests in farms of the Rechitsa district of the Gomel region. In the branch "Sovetskaya Belorussiya" of JSC "Rechitsa Bread Products Plant" SFAs were installed on a grain harvester with serial number 05898, and in the farm of Collective Farming Unitary Enterprise "Agrokombinat Kholmec" – with serial number 02576.

Key words: particle, separation, straw heap, trajectory of point movement, straw walker.

Введение

Современные зерноуборочные комбайны предназначены для работы в различных почвенно-климатических условиях, на различных культурах и с постоянно изменяющейся нагрузкой на рабочие органы. Исследования отдельных рабочих органов комбайна (режущего аппарата, мотовила, молотильно-сепарирующего устройства, соломотреса, очистки) показали, что наиболее чувствительным к изменению нагрузки является соломотрес [1]. Даже незначительное увеличение нагрузки приводит к увеличению толщины слоя соломистого вороха и, как следствие, к существенному снижению сепарирующей способности соломотреса, что обуславливает дополнительные потери урожая.

Соломистая масса, выходящая из молотильно-сепарирующего устройства, представляет собой смесь, состоящую из крупной соломы, сбины, половы и зерна [2]. Зерно, находящееся в ворохе в свободном (вне колоса) состоянии, в зависимости от многочисленных факторов (вида культуры, ее состояния, подачи массы, параметров МСУ и т. д.) может составлять от 10 до 30 % от убираемого урожая. Процесс воздействия соломотреса на ворох сводится к периодическому встряхиванию массы и перемещению ее к выходу из молотилки [3]. При этом зерно под воздействием сил инерции и тяжести, преодолевая пространственную решетку соломы, перемещается в нижние слои и выделяется сквозь жалюзийные отверстия клавиш соломотреса. Основная задача при этом состоит в разуплотнении соломистого вороха, снижении его объемной массы, что способствует расширению пространственной решетки и повышению сепарирующей способности.

Многолетней практикой использования соломотрясов различных типов и исследованиями доказана возможность получения сходной по качеству работы соломотрясов различных типов с равнозначной нагрузкой при условии, что параметры этих соломотрясов (размеры, число колебаний, углы наклона, тип и размеры решетки) обоснованы для каждого типа с учетом условий работы и особенностей конструкции.

Отличия в типах соломотрясов объясняются различием в способах сообщения движения соломиному вороху по соломотрясу и в способах образования пространственной решетки соломы, через которую просыпается свободное зерно. В остальном процесс выделения зерна из слоя соломы у соломотрясов различных типов совершается одинаково, а именно: сначала зерно просеивается через непрерывно изменяющуюся пространственную решетку, образуемую слоем соломы, а затем через отверстия в клавишах соломотряса.

Цель – описать процесс воздействия колеблющихся клавиш соломотряса на обрабатываемую массу и уточнить исходную траекторию ее движения до попадания под воздействие пальцев активатора.

Основная часть

Процесс сепарации зерна из соломиного вороха протекает на фоне общего воздействия клавиш соломотряса на обрабатываемую массу [1]. Для уточнения характеристик движения соломиного вороха рассмотрим движение его частицы после отрыва от клавиши как движение материальной точки B с координатами $(x(t_1); y(t_1))$ и массой m (кг), при этом время начала отрыва обозначим t_1 (с), брошенной под углом $\beta = \frac{\pi}{2} - (\omega t_1 - \alpha)$ к положительному направлению оси абсцисс рассматриваемой системы со скоростью $\vec{v}_1$ (м/с), при этом α (град) – это угол наклона клавиши соломотряса, а β (град) – угол бросания (рис. 1).

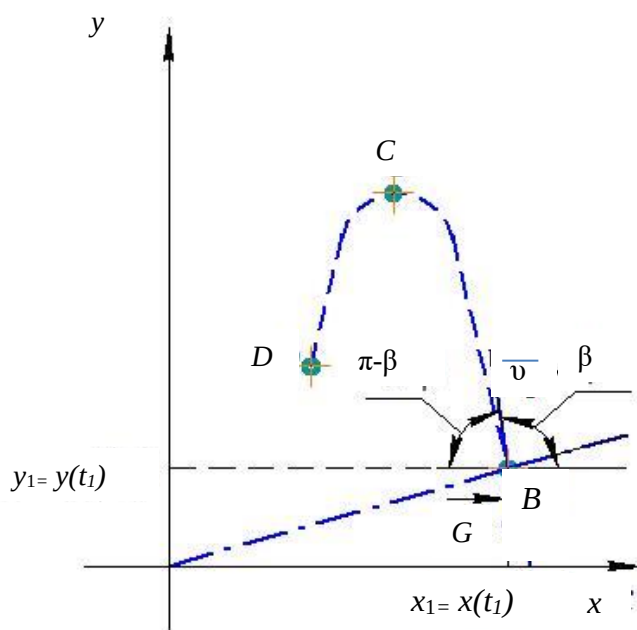


Рис. 1. Схема движения соломистой массы при отрыве от клавиши

Определим движение точки B , считая, что на нее действует только сила тяжести $\vec{G} = mg$ (при этом сопротивлением воздуха пренебрегаем) и в точке B ей сообщена скорость $\vec{v}_1$ (v_{1x}, v_{1y}).

Тогда в общем виде закон движения запишется следующим образом:

$$m\vec{a} = \vec{G}, \quad (1)$$

где m – масса материальной точки, кг; $\vec{a}$ – ускорение материальной точки, м/с²; $\vec{G}$ – сила тяжести, Н.

В проекциях на оси, считая $a_x = x''(t)$, $a_y = y''(t)$, получим следующие постановки задач Коши для дифференциальных уравнений второго порядка, описывающих движение материальной точки B в проекциях на оси системы координат:

$$\begin{cases} m x''(t) = 0, \\ x'(t_1) = v_{1x}, \\ x(t_1) = x_1; \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} m y''(t) = -m g, \\ y'(t_1) = v_{1y}, \\ y(t_1) = y_1, \end{cases} \quad (3)$$

где t_1 – время начала отрыва, с; v – скорость точки, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с².
Решив систему (2), в общем виде получим зависимости:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = 0, \quad x'(t) = \frac{dx(t)}{dt} = c_1, \quad x(t) = c_1 t + c_2,$$

где t – время, с; c_1, c_2 – произвольные постоянные.

С учетом начальных условий $x'(t_1) = v_{1x}$ и $x(t_1) = x_1$ определим произвольные постоянные в этих зависимостях: $x'(t_1) = c_1 \Rightarrow v_{1x} = c_1$, а значит, $x(t) = v_{1x} t + c_2$, $x(t_1) = v_{1x} t_1 + c_2$, $x_1 = v_{1x} t_1 + c_2$, откуда $c_2 = x_1 - v_{1x} t_1$. Тогда в проекции на ось Ox перемещение материальной точки B будет осуществляться по закону

$$x(t) = v_{1x} t + x(t_1) - v_{1x} t_1. \quad (4)$$

Аналогичным образом поступим с системой (3):

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} = -g, \quad y'(t) = \frac{dy(t)}{dt} = -gt + C_1, \quad y(t) = -\frac{gt^2}{2} + C_1 t + C_2,$$

где C_1, C_2 – произвольные постоянные.

Используя начальные условия $y'(t_1) = v_{1y}$ и $y(t_1) = y_1$, определим произвольные постоянные в этих зависимостях: $y'(t_1) = -gt_1 + C_1 = v_{1y} \Rightarrow C_1 = v_{1y} + gt_1$, т. е. $y(t) = -\frac{gt^2}{2} + (v_{1y} + gt_1)t + C_2$. Так как $y(t_1) = y_1$, то

$$y(t_1) = -\frac{gt_1^2}{2} + (v_{1y} + gt_1)t_1 + C_2 = y_1 \Rightarrow C_2 = y_1 + \frac{gt_1^2}{2} - (v_{1y} + gt_1)t_1.$$

Тогда в проекции на ось Oy перемещение материальной точки B будет осуществляться по закону

$$y(t) = -\frac{gt^2}{2} + (v_{1y} + gt_1)t + y_1 + \frac{gt_1^2}{2} - (v_{1y} + gt_1)t_1. \quad (5)$$

Если рассмотреть зависимость (5) как функцию, то она определяет график некоторой параболы с ветвями, ориентированными вниз вдоль оси параллельной оси ординат и параметрами $a = -\frac{g}{2}$, $b = v_{1y} + gt_1$ и $c = y_1 + \frac{gt_1^2}{2} - (v_{1y} + gt_1)t_1$. Тогда точка B достигнет наивысшего подъема в момент времени, который можно определить из выражения:

$$\Delta t_2 = \frac{-(v_{1y} + gt_1)}{-2\frac{g}{2}} = \frac{v_{1y} + gt_1}{g}, \quad (6)$$

тогда ординату этой точки (величину наивысшего подъема) определим по выражению:

$$y(\Delta t_2) = -\frac{g(\Delta t_2)^2}{2} + (v_{1y} + gt_1)\Delta t_2 + y_1 + \frac{gt_1^2}{2} - (v_{1y} + gt_1)t_1, \quad (7)$$

где Δt_2 – время, за которое материальная точка достигнет наивысшего подъема, с.

Время падения соломистого вороха на клавиши определим из следующих условий [2]:

1) поверхность клавиши прошла соответствующий угол и находится в точке с координатами $(x(t_1 + \Delta t_3); y(t_1 + \Delta t_3))$;

- 2) клавиша наклонена под углом $-\alpha$ к горизонту;
- 3) солоmistая масса за время Δt_3 падает на клавишу.

Рассмотрим траекторию движения солоmистого вороха (рис. 2).

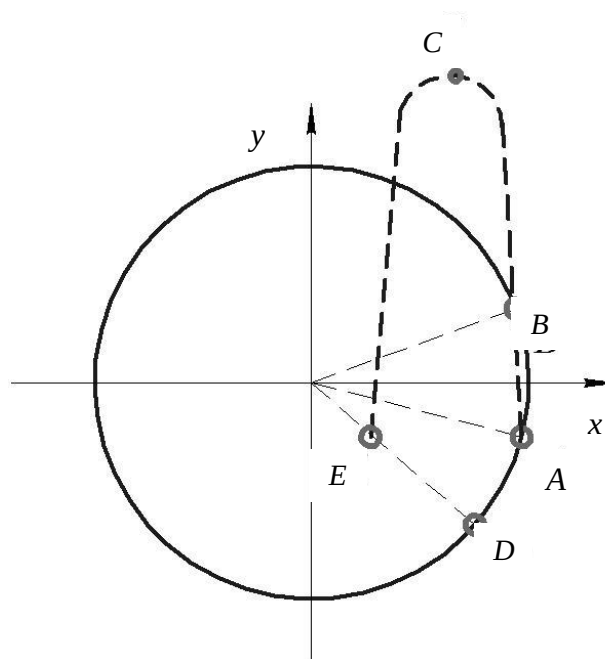


Рис. 2. Траектория движения частицы солоmистого вороха

Уравнение прямой, описывающей поверхность клавиши в этот момент, будет иметь вид:

$$y_2(t) = \operatorname{tg}(-\alpha)(x_2(t) - x(t_1 + \Delta t_3)) + y(t_1 + \Delta t_3), \quad (8)$$

где α – угол наклона клавиш соломотряса к горизонту, град; Δt_3 – время, за которое материальная точка достигнет клавиши соломотряса, с.

Точка падения при этом будет иметь координаты $E(x_2(\Delta t_3); y_2(\Delta t_3))$, а время Δt_3 будет определяться из уравнения:

$$-\operatorname{tg}(\alpha)(x_2(\Delta t_3) - x(t_1 + \Delta t_3)) + y(t_1 + \Delta t_3) - y_2(\Delta t_3) = 0. \quad (9)$$

При этом описали основные уравнения при движении частицы солоmистого вороха по клавишам соломотряса, теперь произведем взаимосвязь усилия, которое воздействует на палец активатора со стороны солоmистой массы, произведя взаимосвязь с пропускной способностью.

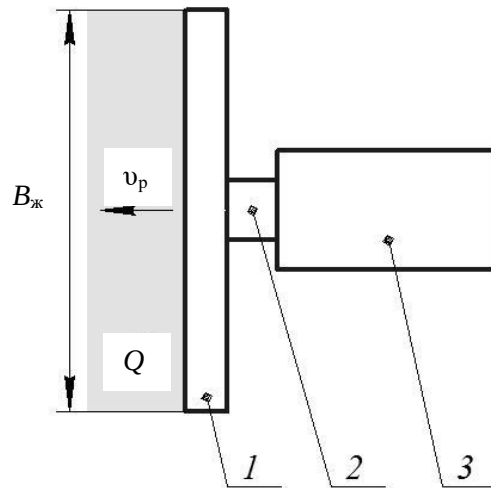
Подача (пропускная способность) q (кг/с) зерноуборочного комбайна зависит от общей урожайности культуры Q (кг/м²), которая складывается из урожайности зерна Q_3 (кг/м²) и урожайности соломы Q_c (кг/м²), а также зависит от скорости движения комбайна v_p (м/с) и ширины захвата жатки $B_{ж}$ (м). Общая урожайность (урожайность зерна Q_3 и соломы Q_c) определяется с учетом остающейся в поле соломы в виде стерни (коэффициент ε) и коэффициента солоmистости $\beta_{сол}$:

$$Q = Q_3 + \varepsilon Q_c, \quad (10)$$

Коэффициент солоmистости $\beta_{сол}$ определяется [42] по следующей зависимости:

$$\beta_{сол} = \frac{Q_c}{Q_3 + Q_c}, \quad (11)$$

Рассмотрим схему работы зерноуборочного комбайна с учетом основных факторов, оказывающих влияние на его пропускную способность (рис. 3).



1 – жатвенная часть; 2 – наклонная камера; 3 – молотильно-сепарирующая часть.
Рис. 3. Схема для определения пропускной способности зерноуборочного комбайна

Пропускную способность зерноуборочного комбайна определим по следующему выражению [3]:

$$q = B_{\text{ж}} v_p Q, \quad (12)$$

Подставив в выражение (12) урожайность зерна и соломистого вороха, получим следующую зависимость:

$$q = B_{\text{ж}} v_p (Q_z + \varepsilon Q_c), \quad (13)$$

При этом выделим на соломотрясе зону воздействия пальцев активатора, обозначив длину данного участка L (м). В результате проведения теоретических исследований установим значения средней толщины слоя соломистого вороха на соломотрясе H (м), скорости продольного движения вороха v_c (м/с), объемной массы вороха γ (кг/м³) [4, 5].

Зная ширину соломотряса B_c (м), определим объем вороха, на который воздействуют активаторы, по следующей зависимости:

$$V = B_c L H, \quad (14)$$

Рассмотрим схему пятиклавишного соломотряса с указанием основных составляющих, оказывающих воздействие на подачу массы (рис.4).

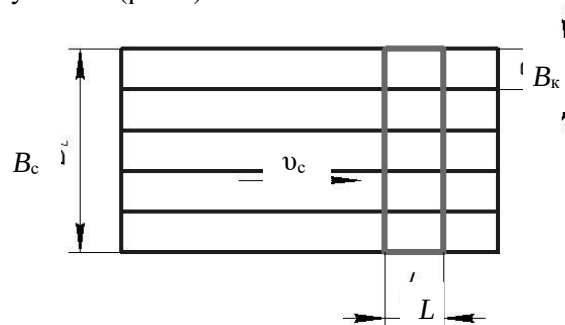


Рис. 4. Схема для определения пропускной способности пятиклавишного соломотряса

С учетом объемной массы вороха определим массу вороха по ширине соломотряса в зоне действия активаторов по выражению:

$$m = V\gamma = B_c L H \gamma, \quad (15)$$

В результате сможем определить усилие на пальцы активатора от воздействия соломистого вороха по зависимости:

$$P = mg = B_c L H \gamma g. \quad (16)$$

Определим усилие, которое действует на палец активатора:

$$P_{\text{п}} = \frac{P}{n_{\text{к}} n_{\text{п}}} = \frac{mg}{n_{\text{к}} n_{\text{п}}} = \frac{B_c L H \gamma g}{n_{\text{к}} n_{\text{п}}}, \quad (17)$$

где $n_{\text{к}}$ – количество клавиш соломотряса, шт.; $n_{\text{п}}$ – количество пальцев активатора на клавише соломотряса, шт.

Подача массы от жатвенной части должна соответствовать пропускной способности МСУ, в противном случае возникнет несогласованность работы и зерноуборочный комбайн будет работать с большими потерями зерна. Приравняем подачу массы в жатвенную часть и на клавишный соломотряс (с учетом просеивания зерна и мелкого вороха молотильным аппаратом), при этом урожайность зерна, поступающего на клавишный соломотряс, будет определена как 20 % от общей урожайности, так как 80 % выделится молотильным барабаном и на соломотряс поступит только часть зерна от общей массы. В результате малого выделения мелкого вороха через подбарабанье будем считать, что подача соломистого вороха не изменилась [6].

В результате получим зависимости:

$$B_{\text{ж}} v_p Q = \gamma B_c H v_c; \quad (18)$$

$$B_{\text{ж}} v_p (Q_3 + \varepsilon Q_c) = \gamma B_c H v_c. \quad (19)$$

Из выражения (19) определим толщину слоя соломистого вороха, так как она оказывает основное влияние на сепарацию зерна.

Получим следующую зависимость:

$$H = \frac{B_{\text{ж}} v_p (Q_3 + \varepsilon Q_c)}{\gamma B_c v_c}. \quad (20)$$

По выражению (20) определим толщину слоя соломистого вороха:

$$H = \frac{P_{\text{п}} n_{\text{к}} n_{\text{п}}}{B_c L \gamma g}. \quad (21)$$

Приравняв зависимости (20) и (21), получим:

$$\frac{B_{\text{ж}} v_p (Q_3 + \varepsilon Q_c)}{\gamma B_c v_c} = \frac{P_{\text{п}} n_{\text{к}} n_{\text{п}}}{B_c L \gamma g}. \quad (22)$$

Исходя из выражения (22) определим взаимосвязь усилия действия соломистого вороха с подачей массы:

$$P_{\text{п}} = \frac{B_{\text{ж}} v_p (Q_3 + \varepsilon Q_c) B_c L \gamma g}{\gamma B_c v_c n_{\text{к}} n_{\text{п}}} = \frac{B_{\text{ж}} v_p (Q_3 + \varepsilon Q_c) L g}{v_c n_{\text{к}} n_{\text{п}}} = \frac{q L g}{v_c n_{\text{к}} n_{\text{п}}}. \quad (23)$$

Для этого будет использована пропускная способность используемого зерноуборочного комбайна, длина его соломотряса, а также принятая скорость соломистого вороха с учетом количества клавиш и активаторов.

Заключение

Полученные зависимости (4)...(9) позволяют описать процесс воздействия колеблющихся клавиш соломотряса на обрабатываемую массу и уточнить исходную траекторию ее движения до попадания под воздействие пальцев активатора. Зависимость (23) позволяет определить усилия действия соломистого вороха на палец активатора для любого зерноуборочного комбайна с клавишным соломотрясом с учетом пропускной способности. Определение данного усилия позволяет установить воздействие соломистой массы на любой элемент, установленный для дополнительной активации сепарации зерна, а также позволит определить характер загруженности клавишного соломотряса по его длине и ширине в процессе работы, и тем самым выявить самые загруженные части соломотряса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание / М. Н. Летошнев. – Москва–Ленинград: Гос. изд-во с.-х. лит., 1955. – 764 с.
2. Зубков, В. И. Алгоритм технологического процесса клавишного соломотряса / В. И. Зубков // Вестн. ДГТУ. – 2009. – Т. 9. – № 1 (40). – С. 36–44.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины: учебник для вузов / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
4. Ковалевский, В. Ф. Обоснование активатора соломотряса зерноуборочного комбайна с учетом параметров соломистого вороха / В. Ф. Ковалевский // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – С. 45–48.
5. Клочков, А. В. Характеристика технологического процесса пружинно-пальцевого активатора соломотряса / А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 9 июня 2016 г. / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, РО «Белгроссервис», УО «Белорус. гос. аграр. техн. ун-т»; редкол.: Н. К. Лисай [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 210–216.
6. Ковалевский, В. Ф. Разрыхление соломистого вороха пальцами активатора клавишного соломотряса зерноуборочного комбайна / В. Ф. Ковалевский, А. В. Клочков, М. Л. Пархоменко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 2. – С. 175–180.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК:332.3:631.115.1

КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВА «ЩЕДРЫЕ ПРОСТОРЫ» МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. М. КОМЛЕВА, Н. В. НАПРЕЕНКО

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступил в редакцию 11.03.2025)

В связи с развитием многоукладной экономики и рыночных отношений в сельском хозяйстве Республики Беларусь широкое распространение получили крестьянские (фермерские) хозяйства, основанные на новом формировании землепользования, расширению которых государство уделяет большое внимание. В соответствии с принятым в 2023 году положением о порядке изъятия и предоставления земельных участков, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 32 от 13.01.2023 г., для данных целей не требуется проведение предварительного согласования места размещения земельного участка и разработка проекта его отвода. Это значительно сокращает процедуру изъятия и предоставления земельных участков для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства и делает более привлекательным данное направление деятельности граждан. В статье изложены основные этапы выполнения работ по формированию, размещению и предоставлению земельного участка для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства на примере конкретного объекта с использованием расчетно-вариантного метода на основе законодательства в области использования и охраны земель. Представлены результаты проектирования по организации использования и устройству территории предоставленного для данных целей земельного участка с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Предложена 3-D модель усадебного надела рассматриваемого крестьянского (фермерского) хозяйства, дающая наглядное представление проектного решения по размещению на его территории основных элементов устройства, разработанная с использованием программного комплекса SketchUp, упрощающая процесс составления проекта, позволяющая детально визуализировать внешний или внутренний дизайн зданий, архитектуру ландшафта и т. д. Выбор программы обусловлен возможностью ее использования на бесплатной основе, отсутствием необходимости в мощном оборудовании, возможностью интеграции с другими программами, наличием широкого набора для 3-D проектирования, интуитивно-понятного интерфейса и большой библиотеки готовых моделей 3-D Warehouse.

Ключевые слова: землеустройство, земельный участок, геопространственные технологии, проектирование, крестьянское (фермерское) хозяйство, организация территории, усадьба, программный комплекс.

In connection with the development of a mixed economy and market relations in agriculture of the Republic of Belarus, peasant (farm) households based on a new formation of land use have become widespread, the expansion of which the state pays great attention to. In accordance with the regulation on the procedure for the withdrawal and provision of land plots adopted in 2023, approved by Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus No. 32 of 13.01.2023, for these purposes, preliminary approval of the location of the land plot and the development of a project for its allocation are not required. This significantly reduces the procedure for the withdrawal and provision of land plots for running a peasant (farm) household and makes this area of activity more attractive for citizens. The article sets out the main stages of work on the formation, placement and provision of a land plot for running a peasant (farm) household using the example of a specific object using the calculation-variant method based on legislation in the field of land use and protection. The article presents the results of designing the organization of use and arrangement of the territory of the land plot provided for these purposes in order to improve the efficiency of agricultural production. A 3-D model of the estate of the peasant (farming) enterprise under consideration is proposed, giving a visual representation of the design solution for the placement of the main elements of the device on its territory, developed using the SketchUp software package, simplifying the process of drafting the project, allowing for detailed visualization of the external or internal design of buildings, landscape architecture, etc. The choice of the program is due to the possibility of its use on a free basis, no need for powerful equipment, the possibility of integration with other programs, the presence of a wide range for 3-D design, an intuitive interface and a large library of ready-made 3-D Warehouse models.

Key words: land management, land plot, geospatial technologies, design, peasant (farming) enterprises, organization of the territory, estate, software package.

Введение

В современных условиях крестьянские (фермерские) хозяйства являются одной из доминирующих по численности организационно-правовых форм коммерческих организаций, функционирующих в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Их удельный вес в общем объеме производства основных видов сельскохозяйственной продукции составляет более 1 %. Только в Могилевской области за десять последних лет количество крестьянских (фермерских) хозяйств увеличилось более чем на 40 %.

Осуществление предпринимательской деятельности крестьянского (фермерского) хозяйства в сфере сельскохозяйственного производства с использованием земельного участка предопределяет зависимость эффективности его функционирования от природно-климатических и иных условий природной среды.

Среди основных организационных факторов, определяющих эффективное функционирование крестьянского (фермерского) хозяйства в рыночных условиях, необходимо отметить удаленность хозяйства от места жительства фермера, рынков сбыта продукции и источников получения ресурсов. Территориальное размещение с учетом почвенно-климатических условий, уровня обеспеченности производственными и трудовыми ресурсами определяет выбор направления деятельности хозяйства, специализацию и эффективность производства, предоставляемую площадь.

Размещение, формирование, установление площади и предоставление земельных участков крестьянских (фермерских) хозяйств осуществляется путем выполнения работ по изъятию и предоставлению земельных участков, порядок проведения которых регламентируется законодательством Республики Беларусь в области использования и охраны земель:

- Кодексом Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г., № 425-З (в редакции Закона Республики Беларусь от 18.07.2022) [3];
- Положением «О порядке изъятия и предоставления земельных участков», утвержденном Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 32 от 13 января 2023 г. [4];
- Инструкцией о порядке проведения работ по установлению (восстановлению), изменению границ земельных участков, утвержденная постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь № 44 от 23 декабря 2022 года [2];
- Законом Республики Беларусь от 18 февраля 1991 года №661-XII «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» (с изменениями и дополнениями от 17.07.2018) [1];
- Указом президента Республики Беларусь от 1 апреля 1998 года №193 «О некоторых мерах по совершенствованию регулирования деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств» [5] и др.

Государство уделяет большое внимание развитию данной формы хозяйствования. Постоянно упрощается процесс предоставления земельных участков для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства. Так, согласно Положению «О порядке изъятия и предоставления земельных участков» [4], в настоящее время все работы по предоставлению земельных участков для данного направления деятельности выполняются за счет госбюджета отделами (управлениями) землеустройства местных исполнительных комитетов по упрощенной процедуре без проведения предварительного согласования места размещения земельного участка и разработки проекта отвода только на основании материалов установления на местности границы земельного участка, земельно-кадастрового плана и решения исполнительного комитета о предоставлении участка для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства.

Проведение внутрихозяйственного землеустройства на землях крестьянских (фермерских) хозяйств также весьма актуально, так как позволяет улучшить производственный процесс, эффективно и в полной мере использовать предоставленный для этих целей земельный участок, увеличить доходы фермера.

На современном этапе развития землеустройства важным вопросом является автоматизация землеустроительных процессов, что связано с использованием программных комплексов и информационных баз данных, позволяющих ускорить принятие и оформление проектного решения. Применяя новейшие трехмерные геопространственные технологии, можно разработать комплексную модель территории. 3-D моделирование является важным инструментом визуализации проектного решения по организации земель и устройству территории земельного участка.

Основная часть

В процессе исследования намечено выполнение работ по размещению, формированию, предоставлению и устройству территории земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства отрубного типа.

В качестве объекта исследования выступает крестьянское (фермерское) хозяйство «Щедрые просторы» Могилевской области. Согласно программе развития производства, оно специализируется на выращивании зерновых культур и их семян, овощей, разведении крупного рогатого скота; оптовой торговле зерном, семенами; розничной торговле на рынках. С целью предоставления земельного участка глава крестьянского (фермерского) хозяйства подает заявление в районный исполнительный комитет.

Планируемая площадь земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» рассчитана аналитическим способом с использованием математической формулы в зависимости от специализации, имеющихся ресурсов и составила 66,08 га.

Обоснование размещения и формирования земельного участка хозяйства выполнено расчетно-вариантным методом. В процессе проектирования разработаны два варианта размещения земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» при условии выполнения следующих основных требований: земельный участок по природным условиям должен быть пригоден для ведения сельского хозяйства; строгое соблюдение интересов крестьянского (фермерского) хозяйства и предприятия, на территории которого его планируется разместить; создание лучших территориальных условий для последующей внутрихозяйственной организации территории и производства; формирование участка единым массивом правильной конфигурации и компактной формы с удобным расположением относительно места жительства фермера и дорожной сети (рис. 1).

Участки по обоим вариантам представлены едиными массивами правильной конфигурации, состоящими из одного отдельно обрабатываемого участка, на территории которых преобладают дерново-подзолистые супесчаные почвы на водно-ледниковых рыхлых пылевато-песчанистых супесях, с наличием подъездной дороги и близким расположением усадьбы хозяйства.

Однако участки имеют отличие по составу земель, представленное в табл. 1.

Таблица 1. Экспликация земель по вариантам размещения земельного участка

Номер варианта	Общая площадь земельных участков, га	В том числе по видам земель, га					
		пахотные	луговые	неиспользуемые земли	под древесно-кустарниковой растительностью	под водными объектами	земли под болотами
1	66,08	61,88	0,32	0,61	1,87	0,025	1,38
2	66,08	59,83	—	1,8	2,15	—	2,3

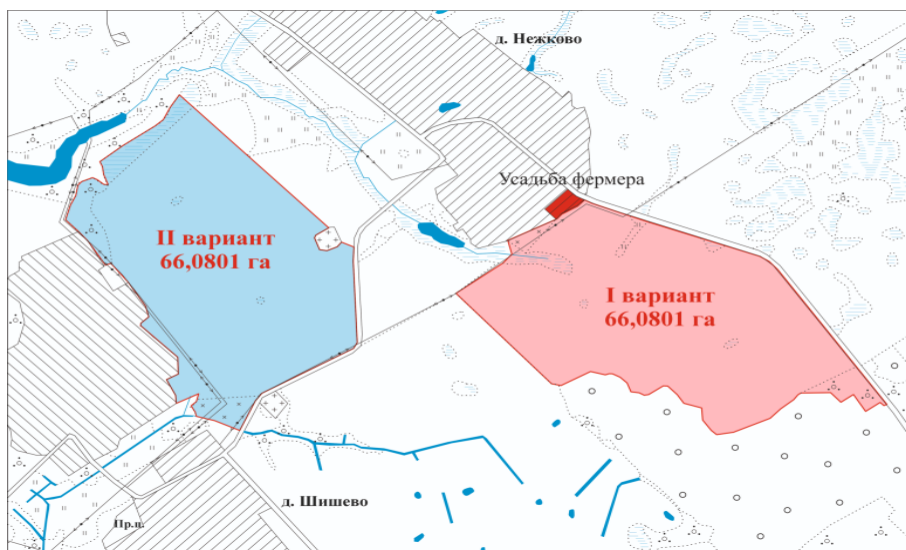


Рис. 1. Схема размещения вариантов земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства

Оценка вариантов выполнена по пространственным, техническим и экономическим показателям.

Экономическая оценка включала единовременные затраты на проведение работ по распашке и раскорчевке участков, транспортные расходы на перевозку грузов и людей. По ее результатам с экономическим эффектом более 328 у.е. в качестве лучшего выбран первый вариант.

Вопрос изъятия и предоставления земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства согласовывается с организацией, из земель которой производится отвод.

Установление на местности нефиксированной границы земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» выполнено картометрическим способом, включающим подготовительные и камеральные работы.

В процессе подготовительных работ составлен рабочий чертеж, представленный на рис. 2.

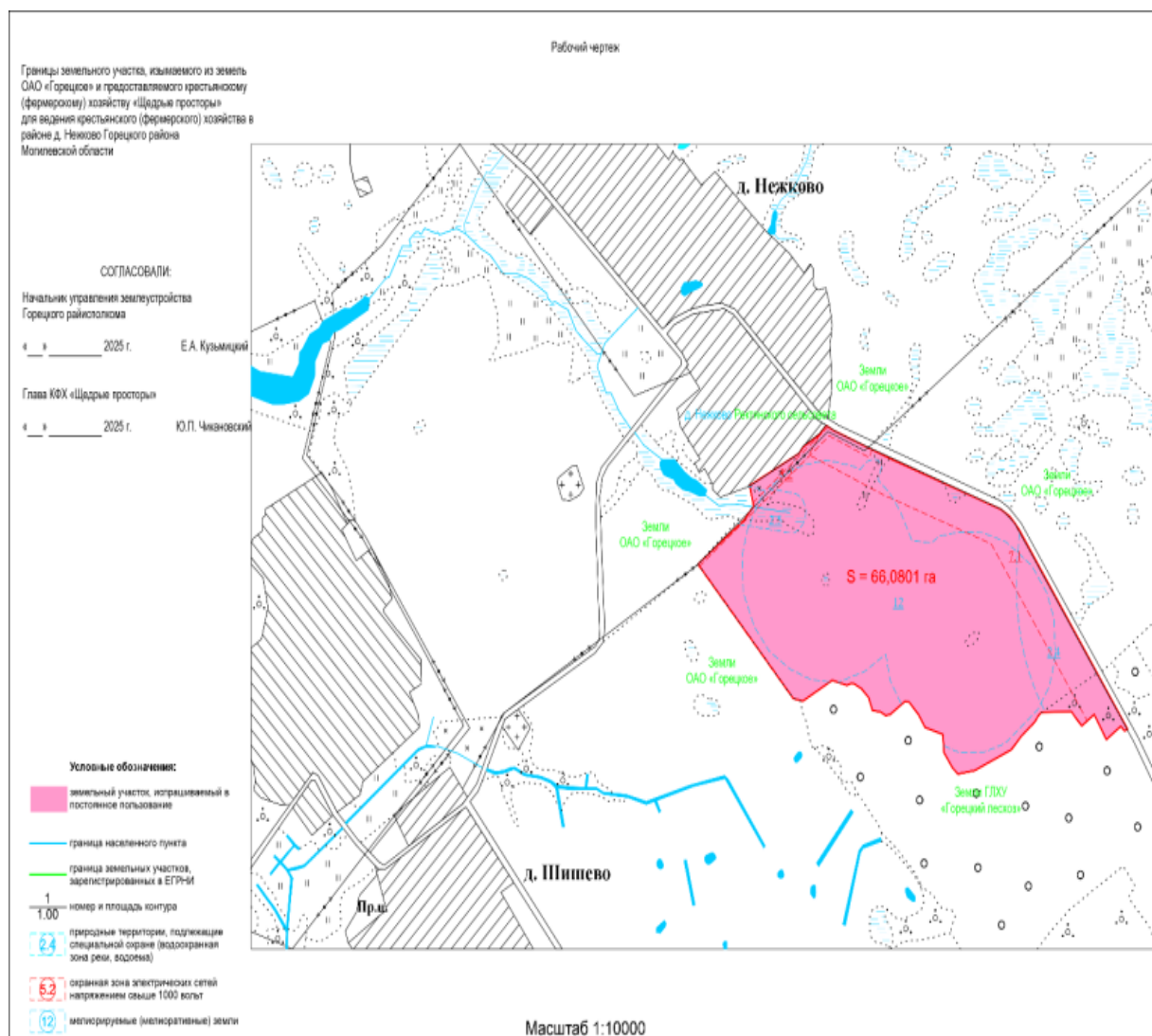


Рис. 2. Рабочий чертёж установления на местности границы земельного участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы»

Перенесение нефиксированной границы земельного участка на цифровые планово-картографические материалы произведено с использованием программного обеспечения ЗИС, обеспечивающего координатную привязку цифровых планово-картографических материалов и топологическую корректность построения границы земельного участка. Определение координат поворотных точек нефиксированной границы земельного участка осуществлено в результате ее оцифровки средствами ПО ГИС с составлением каталога координат.

В процессе камеральных работ составлен план границы земельного участка, предоставленного крестьянскому фермерскому хозяйству «Щедрые просторы» для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, к которому приложена таблица с ограничениями (обременением) прав на использование земельного участка. Далее подготовлен проект решения районного исполнительного комитета о предоставлении земельного участка крестьянскому (фермерскому) хозяйству «Щедрые просторы».

По окончании камеральных работ составляется пояснительная записка, все материалы брошюруются в землеустроительное дело по установлению нефиксированной границы земельного участка, которое в электронном виде и (или) на бумажном носителе предоставляется организацией по землеустройству в управление землеустройства Горещего районного исполнительного комитета вместе с проектом решения о предоставлении земельного участка.

Решение об изъятии и предоставлении испрашиваемого земельного участка принимается в течение 5 рабочих дней со дня получения материалов об изъятии и предоставлении земельного участка от управления землеустройства.

Землеустроительное дело и решение о предоставлении земельного участка с заявлением о государственной регистрации передается в РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру», которое осуществляет государственную регистрацию создания земельного участка и возникновения права на него.

Комплексный проект организации территории и использования земель крестьянского (фермерского) хозяйства, кроме процедуры предоставления земельного участка, включает организацию земель, организацию севооборотов и устройство их территории.

В границе участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» имеются кустарники площадью 1,87 га, которые проектом предусматривается использовать как пахотные земли, а также 0,61 га неиспользуемых земель, которые планируется освоить в луговые земли. Участок под болотами площадью 1,38 га трансформации не подлежит в связи с нерентабельностью проведения работ по их осушению.

Пахотные земли на момент землеустройства занимают 61,88 га, которые предусматривается использовать для возделывания сельскохозяйственных культур.

Планируемый для выпаса скота участок луговых земель прилегает к южной стороне населенного пункта, в котором расположена усадьба крестьянского (фермерского) хозяйства. Это позволит исключить перегоны животных на дальние расстояния. По границе участка луговых земель предусмотрена постоянная изгородь.

На территории пахотных земель участка крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» запроектирован четырехпольный севооборот со средней площадью поля 15,94 га, по границе каждого из которых запроектированы полевые дороги шириной 4 м. Полезащитные лесные полосы не проектировались в связи с отсутствием на пахотных землях эрозионных процессов. Схема чередования культур включает: озимые зерновые (15,94 га); картофель (15,94 га); капуста (9,44 га), лук (1,5 га), морковь (2,5 га), свекла столовая (2,5 га); яровые зерновые (15,94 га).

Технические показатели устройства территории севооборота крестьянского (фермерского) хозяйства представлены в табл. 2.

Таблица 2. Технические показатели устройства территории севооборота крестьянского (фермерского) хозяйства

Показатели	Данные
Число полей в севообороте	4
Средняя площадь поля, га	15,94
Средний уклон, %	до 1 ⁰
Максимальное отклонение от средней площади поля, га/‰	0
Средневзвешенное расстояние от крестьянской усадьбы до полей севооборота, км	0,7
Средняя длина гона в севообороте, м	350
Протяженность полевых дорог, км	1,2
Площадь под дорогами, га	0,5



Рис. 3. 3-D модель усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы»

Для построения 3-D модели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства «Щедрые просторы» использована программа SketchUp, готовые проекты зданий и сооружений. Проектом предусмотрено строительство кирпичного жилого дома, деревянной бани, ангара для техники, амбара для хранения продукции, размещение навеса для автомобилей, беседки, теплиц и открытой асфальтированной площадки для техники, а также произведено перспективное размещение плодовых деревьев на территории запланированного сада.

Общий вид 3-D модели усадебного надела крестьянского (фермерского) хозяйства дает наглядное представление о проектном решении по устройству его территории и организации использования земель и представлен на рис. 3.

Заключение

В настоящее время в Республике Беларусь крестьянские (фермерские) хозяйства эффективно функционируют как особая форма коммерческих организаций. В последние годы наметилась благоприятная тенденция роста численности крестьянских (фермерских) хозяйств, в том числе и в Могилевской области.

Государство уделяет значительное внимание привлечению населения к данной сфере деятельности, в том числе и на законодательном уровне постоянно упрощая процедуру предоставления земельных участков для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства и выполняя ее за счет госбюджетных средств. Однако для ведения эффективного сельскохозяйственного производства необходимо правильно организовать и устроить территорию предоставленного земельного участка посредством проведения внутрихозяйственного землеустройства.

Развитие технологий, в том числе 3-D моделирования дает наглядность принятого проектного решения, позволяет намного упростить процесс его разработки и корректировки, рассчитать необходимое количество материалов для осуществления проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 18 февраля 1991 г. № 661-ХІІ «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» с изменениями и дополнениями от 17 июля 2018 г. № 132-З // Эталон – Беларусь // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – 14 с.
2. Инструкция о порядке проведения работ по установлению (восстановлению), изменению границ земельных участков, утвержденная Постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 23.12.2022 г. № 44 [Электронный ресурс] // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
3. Кодекс Республики Беларусь о земле (с дополнениями и изменениями 2022 г.) // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
4. Положение о порядке изъятия и предоставления земельных участков, утвержденное Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 32 от 13.01.2023 г. // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
5. Указ Президента Республики Беларусь от 1 апреля 1998 г. № 193 «О некоторых мерах по совершенствованию регулирования деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств» // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 1/2337.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. А. ВОЛЫНЦЕВА, Д. А. ДРОЗД

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступил в редакцию 13.03.2025)

Основной целью выполняемых исследований являлась оценка влияния орошения на водопотребление галеги восточной. Исследования выполнялись в северо-восточной части Республики Беларусь на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-научного центра «Тушково-1». Почвы опытного участка характеризовались следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,54 %, P_2O_5 – 283,9 мг/кг, K_2O – 239,0 мг/кг, pH_{KCl} – 6,43, плотность сложения для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 22,67 % от массы сухой почвы. Объектом исследований служил белорусский сорт галеги восточной Нестерка. Агротехника возделывания галеги восточной принята стандартной на основании технологических регламентов по возделыванию сельскохозяйственных культур. Поддержание почвенных влагозапасов в установленных пределах осуществлялось на основании фактических замеров влажности почвы, а орошение выполнялось дождевальной установкой Irriland Raptor. Поливные нормы приняты на основании водно-физических показателей почвы и составили 35 мм в варианте 60 % НВ, 30 мм на варианте 70 % НВ и 20 мм на варианте 80 % НВ.

В результате выполненных исследований установлено, что непосредственное влияние на величину водопотребления галеги восточной оказывают тепловлагообеспеченность вегетационного периода и условия увлажнения. Так, в засушливом 2023 году ($ГТК = 0,8$) величина водопотребления варьировала от 271 мм в контрольном варианте опыта до 330–351 мм при орошении, а оросительная норма и минимальный межполивной интервал составляли 70–125 мм и 11–20 суток соответственно. В нормальные по увлажнению годы водопотребление немного возрастает, достигая 313–358 мм в зависимости от варианта опыта, а оросительная норма снижается до 0–100 мм при минимальном межполивном интервале в 12–18 суток. Следует также отметить, что наибольшей величиной водопотребления независимо от условий тепловлагообеспеченности характеризовались посевы, произрастающие на землях варианта 80 % НВ.

Ключевые слова: галега восточная, водопотребление, поливная норма, оросительная норма, минимальный межполивной интервал.

The main objective of the research was to assess the effect of irrigation on water consumption of eastern galega. The research was carried out in the north-eastern part of the Republic of Belarus on sod-podzolic light loamy soils of the educational and scientific center "Tushkovo-1". The soils of the experimental plot were characterized by the following agrochemical and water-physical indicators: humus – 1.54 %, P_2O_5 – 283.9 mg / kg, K_2O – 239.0 mg / kg, pH_{KCl} – 6.43, bulk density for the estimated soil layer (0–40 cm) – 1.32 g / cm³, the lowest moisture capacity (LMC) for the estimated soil layer (0–40 cm) – 22.67 % of the dry soil weight. The object of the research was the Belarusian variety of eastern galega Nesterka. Agrotechnology for cultivating eastern galega is adopted as standard on the basis of technological regulations for cultivating agricultural crops. Maintaining soil moisture reserves within the established limits was carried out on the basis of actual soil moisture measurements, and irrigation was performed by an Irriland Raptor sprinkler. Irrigation rates were adopted based on the water-physical parameters of the soil and amounted to 35 mm in the 60 % LMC variant, 30 mm in the 70 % LMC variant, and 20 mm in the 80 % LMC variant. As a result of the studies, it was found that the heat and moisture supply of the growing season and moisture conditions directly affect the amount of water consumption of eastern galega. Thus, in the dry year of 2023 ($HTC = 0.8$), the amount of water consumption varied from 271 mm in the control variant of the experiment to 330–351 mm with irrigation, and the irrigation rate and the minimum inter-irrigation interval were 70–125 mm and 11–20 days, respectively. In years with normal moisture, water consumption increases slightly, reaching 313–358 mm depending on the experimental variant, and the irrigation rate decreases to 0–100 mm with a minimum inter-irrigation interval of 12–18 days. It should also be noted that the highest water consumption, regardless of the heat and moisture supply conditions, was characteristic of crops growing on the lands of the 80 % LMC variant.

Key words: eastern galega, water consumption, irrigation rate, minimum inter-irrigation interval.

Введение

Основой адаптивного кормопроизводства Республики Беларусь являются многолетние бобовые травы. Они источник дешевого корма, хорошо сбалансированного как по питательным веществам, так и по содержанию в них обменной энергии. Низкая себестоимость кормов, заготавливаемых из многолетних бобовых трав, обусловлена их биологической особенностью, а именно способностью усваивать азот из окружающего их воздуха, что полностью исключает необходимость применения дорогостоящих азотных удобрений. В последнем выпуске Государственного реестра сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь зарегистрировано более 9 видов многолетних бобовых трав, среди которых особое место занимает галега восточная [1, 2]

Отличительной особенностью галеги восточной является ее долголетие, за счет чего данная культура способна произрастать на одном месте 20 и более лет. За счет этого можно уменьшить затрат на содержание устоявшегося травостоя и снизить себестоимость кормовой единицы, что обеспечивает ей

наибольшую энергетическую и экономическую эффективность при возделывании [3, 4].

Одним из существенных недостатков всех многолетних бобовых трав, является острая реакция на дефицит почвенных влагозапасов, который приводит к снижению урожайности зеленой массы и ухудшение качества заготавливаемого из нее корма. Галега восточная также не является исключением.

Решить данную проблему в полевых условиях можно множеством различных способов, одним из которых является орошение. Точное установление сроков поливов при возделывании галеги восточной позволит не только компенсировать дефицит почвенных влагозапасов, но и повысить продуктивность кормовых угодий. Наименее затратным способом установления сроков поливов является использование уравнения водного баланса, который с достаточно высокой точностью позволяет установить величину почвенных влагозапасов на конец расчетного периода. В состав уравнения водного баланса помимо атмосферных осадков, также входит водопотребление и оросительная, норма которые зависят от возраста посевов и условий влагообеспеченности вегетационного периода [5, 6].

Учитывая тот факт, что Республика Беларусь располагается в зоне неустойчивого увлажнения, то представленные в статье данные имеют научный интерес и практическую значимость.

Основная часть

Эксперимент по изучению влияния орошения на водопотребление галеги восточной выполнялись в 2022–2024 гг. на землях УНЦ «Опытные поля БГСХА» «Тушково-1». Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,54 %, P_2O_5 – 283,9 мг/кг, K_2O – 239,0 мг/кг, pH_{KCl} – 6,43, плотность сложения для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость для расчетного слоя почвы (0–40 см) – 22,67 % от массы сухой почвы [7, 8].

Объектом исследований служил отечественный сорт галеги восточной Нестерка.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Без орошения (контроль); 2. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы в расчетном слое 0–40 см до уровня 80 % НВ; 3. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы в расчетном слое 0–40 см до уровня 70 % НВ; 4. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы в расчетном слое 0–40 см до уровня 60 % НВ;

Поддержание почвенной влажности на требуемом уровне для каждого из вариантов увлажнения выполнялось барабанно-шланговой дождевальная установка Irriland Raptor. Поливная норма определялась, исходя из условий водоудерживающей способности почвы, мощности расчетного слоя почвы и фактических влагозапасов и составляла 25 мм варианта 80 % НВ, 30 мм для варианта 70 % НВ и 35 мм для варианта 60 % НВ [9, 10].

Технология возделывания галеги восточной общепринятая для данной культуры. Посев проводился беспосевно нормой высева семян 12 кг/га при 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 30,0 см. Семена перед посевом инокулировали микробным препаратом Ризофос марки «Галега» из расчета 200 мл на гектарную норму семян. Подкормка посевов минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{90}$ с последующим боронованием травостоя проводилась в ранневесенний период [11, 12].

В ходе выполнения исследований, контроль за водно-воздушным режимом почвы, помимо непосредственных замеров влажности почвы в полевых условиях, осуществлялся на основании непрерывного учета метеорологических показателей, что позволило оценить уровень тепловлагообеспеченности вегетационных периодов. Так, 2022 и 2024 годы были нормальными по увлажнению (ГТК Селянинова составлял 1,3 и 1,06 соответственно), а 2023 год являлся засушливым (ГТК = 0,8). Но несмотря на то, что 2022 и 2024 годы характеризовались достаточной естественной влагообеспеченностью, неравномерность распределения осадков внутри вегетационных периодов потребовала применения орошения на всех вариантах опыта с орошением (таблице).

Основные элементы режима орошения галеги восточной в 2022–2024 гг.

Показатели	Годы	Варианты опыта			
		Контроль	80 % НВ	70 % НВ	60 % НВ
Водопотребление, мм	2022	313	352	347	341
	2023	271	351	345	330
	2024	339	358	353	339
Оросительная норма, мм	2022	–	100	60	35
	2023	–	125	120	70
	2024	–	75	60	–
Минимальный межполивной интервал, сут	2022	–	12	15	–
	2023	–	11	16	20
	2024	–	14	18	–

Для поддержания почвенных влагозапасов в установленных пределах в 2022 году было выполнено 4 полива оросительной нормой 100 мм в варианте 80 % НВ, 2 полива оросительной нормой 60 мм в

варианте 70 % НВ и 1 полив оросительной нормой 35 мм в варианте 60 % НВ. Минимальный межполивной интервал в этом году составлял 12 суток в условиях варианта 80 % НВ и 15 суток в варианте 70 % НВ, а водопотребление варьировало в пределах 341–352 мм в зависимости от варианта опыта, что превышало показатели контрольного варианта опыта на 28–39 мм.

В засушливом 2023 году оросительная норма возросла до 125 мм в варианте 80 % НВ, 120 мм в варианте 70 % НВ и 70 мм в варианте 60 % НВ, но при этом минимальный межполивной интервал снизился до 11–20 суток. Водопотребление орошаемых посевов галеги восточной характеризовалось меньшей изменчивостью по сравнению с 2022 годом, а у посевов, произрастающих в естественных условиях, оно снизилось на 42 мм до 271 мм.

Хорошая тепловлагообеспеченность в 2024 году позволила снизить затраты водных ресурсов на орошаемых посевах, за счет снижения оросительной нормы до 75 мм в варианте 80 % НВ и 60 мм в варианте 70 % НВ. Следует также отметить, почвенные влагозапасы варианта 60 % НВ колебались в ранее установленных пределах, в результате чего потребность в поливах отсутствовала на протяжении всего вегетационного периода. Снижение оросительной нормы оказало влияние не только на минимальный межполивной интервал, который составлял 14 суток и 18 суток в условиях вариантов 80 % НВ и 70 % НВ соответственно, но и на водопотребление. Так, водопотребление колебалось от 339 мм в контрольном варианте опыта и варианте 60 % НВ до 358 мм в варианте 80 % НВ.

Заключение

В результате выполненных исследований нами установлено, что орошение галеги восточной оказывает непосредственное влияние на водопотребление и другие составные части уравнения водного баланса. Посевы галеги восточной, возделываемые без орошения, характеризовались минимальным водопотреблением, величина которого варьировала в пределах 271–339 мм. Орошаемые посевы галеги восточной отличались большей потребностью в почвенной влаге, в результате чего водопотребление возрастало до 330–341 мм в варианте 60 % НВ, 345–353 мм в варианте 70 % НВ и 351–358 мм в варианте 80 % НВ. При этом на протяжении трех лет наибольшие значения водопотребления наблюдались в условиях варианта 80 % НВ.

Также установлено, что оросительная норма и минимальный межполивной интервал зависят от обеспеченности вегетационного периода влагой. В засушливом 2023 год оросительная норма достигала 70 мм в варианте 60 % НВ, 20 мм в варианте 70 % НВ и 125 мм в варианте 80 % НВ. При этом минимальный межполивной интервал в этот год достигал наименьших значений и составлял 11–20 суток в зависимости от варианта опыта. В годы нормальной влагообеспеченности оросительная норма и минимальный межполивной интервал составляли 0–35 мм в варианте 60 % НВ, 60 мм и 15–18 суток в варианте 70 % НВ, 75–100 мм и 12–14 суток в варианте 80 % НВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. учреждение «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2022. – 283 с.
2. Волынцева, В. А. Организационно-технологические факторы возделывания галеги восточной в условиях орошения / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева, Т. Л. Хроменкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 3. – С. 122–131.
3. Вечер, Н. Н. Галега восточная в условиях Беларуси / Н. Н. Вечер // Научное обеспечение агропромышленного производства материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Курск, 25–27 января 2012 г. / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова. – Курск, 2012. – С. 296–298.
4. Волынцева, В. А. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания галеги восточной в условиях орошения / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева, Т. Л. Хроменкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 1. – С. 35–41.
5. Лихацевич, А.П. Исследования режима дождевания и мелкодисперсного увлажнения многолетних трав на торфяно-болотных почвах Белорусского Полесья: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / А. П. Лихацевич. – Минск, 1982. – 196 с.
6. Волынцева, В. А. Водопотребление галеги восточной (*Galega orientalis lam.*) при орошении на дерново-подзолистой почве в северо-восточной части Республики Беларусь / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 12–16.
7. Гилев, В. Ю. Физика почв : учеб.-метод. указания по полевой практике / В. Ю. Гилев. – Пермь: Перм. гос. с.-х. акад. им. академ. Д. Н. Прянишникова, 2012. – 37 с.
8. Мамонтов, В. Г. Практикум по химии почв: учеб. пособие / В. Г. Мамонтов, А. А. Гладков. – М., 2015. – 272 с.
9. Харченко, С. И. Управление водным режимом на мелиорируемых землях в Нечерноземной зоне / С. И. Харченко. – Л: Гидрометеиздат, 1987. – 239 с.
10. Алпатьев, А. М. Водопотребление культурных растений и климат / А. М. Алпатьев // Режим орошения сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1965. – С. 55–68.
11. Бушуева, В.И. Технология возделывания галеги восточной на корм и семена: рекомендации / В. И. Бушуева. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 80 с.
12. Адаптивная технология возделывания козлятника восточного (рекомендации): учебное пособие / С. Н. Надежкин [и др.]. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2008. – 59 с.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПРИМЕРЕ РУП «УЧХОЗ БГСХА»

О. В. ТИШКОВИЧ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 20.03.2025)

В работе представлены результаты исследований влияния водной эрозии на агрохимические показатели почв. Потеря гумуса, элементов питания растений, ухудшение водно-физических свойств эродированных почв приводят к снижению их плодородия и производительной способности. Влияние эродированности на плодородие почв учитывается путем введения понижающего поправочного коэффициента к баллу почв. Так, в среднем, поправочный коэффициент для слабоэродированных почв составляет 0,884, для среднеэродированных – 0,736, для сильноэродированных – 0,609. Величина данного коэффициента зависит также от возделываемых сельскохозяйственных культур и делится на 4 категории: зерновые и зернобобовые, рапс; пропашные; лен; многолетние травы. В качестве объекта полевых исследований выступают дерново-палеопodzольные в разной степени эродированные легкосуглинистые почвы, сформированные на покровных лессовидных суглинках, расположенные на территории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области, представляющие в геоморфологическом отношении единую почвенно-эрозионную catena. На водораздельной равнине расположена неэродированная почва, в верхней части склона – слабо- и среднеэродированная, в средней части – сильноэродированная, в подножье склона – намывная почва. Выбор ключевых почвенно-геоморфологических катен для исследования и анализа агрохимических свойств почв разной степени эродированности определялся, в первую очередь, масштабами и интенсивностью проявления водно-эрозионных процессов, генезисом почвообразующих пород.

На основании отчетных данных хозяйства по состоянию на 01.01.2022 года, общая площадь землепользования составила 12310,0 га, из них сельскохозяйственных земель – 10894 га, в т.ч. пахотных – 8441,0 га (из них эродированных – 4140,0 га), луговых – 2408,0 га (в т.ч. улучшенных – 1594,0 га). Освоенность сельскохозяйственных земель составляет 88,5 %, распаханность – 77,5 %. Балл плодородия пахотных земель составляет 31,8, сельскохозяйственных земель – 30,7. Балл плодородия почв по культурам колеблется от 27,5 (картофель) до 42 (лен). Одним из главных негативных видов деградации на территории хозяйства являются водно-эрозионные процессы.

Ключевые слова: деградация почв, водная эрозия, агрохимические показатели, почвы.

The paper presents the results of studies of the effect of water erosion on agrochemical parameters of soils. The loss of humus, plant nutrition elements, deterioration of the water-physical properties of eroded soils lead to a decrease in their fertility and productive capacity. The effect of erosion on soil fertility is taken into account by introducing a decreasing correction factor to the soil score. Thus, on average, the correction factor for slightly eroded soils is 0.884, for moderately eroded soils – 0.736, for strongly eroded – 0.609. The value of this coefficient also depends on the cultivated crops and is divided into 4 categories: cereals and legumes, rape; row crops; flax; perennial grasses. The object of field research is sod-pale-podzolic light loamy soils eroded to varying degrees, formed on cover loess-like loams, located on the territory of land use of the RUE "Experimental Farm of BSAA" of the Gorki district in Mogilev region, representing a single soil-erosion catena in geomorphological terms. On the watershed plain there is non-eroded soil, in the upper part of the slope – slightly and moderately eroded, in the middle part – strongly eroded, at the foot of the slope – washed soil. The choice of key soil-geomorphological catenas for the study and analysis of agrochemical properties of soils with varying degrees of erosion was determined, first of all, by the scale and intensity of water-erosion processes, the genesis of soil-forming rocks.

Based on the reporting data of the farm as of 01.01.2022, the total land use area was 12,310.0 ha, of which 10,894 ha were agricultural lands, including arable land – 8,441.0 ha (of which eroded – 4,140.0 ha), meadow land – 2,408.0 ha (including improved – 1,594.0 ha). The development of agricultural land is 88.5 %, the plowed area is 77.5 %. The fertility score of arable land is 31.8, agricultural land – 30.7. The soil fertility score for crops ranges from 27.5 (potatoes) to 42 (flax). One of the main negative types of degradation on the territory of the farm are water erosion processes.

Key words: soil degradation, water erosion, agrochemical indicators, soils.

Введение

К числу глобальных и региональных угроз, негативно влияющих на жизнедеятельность людей, продовольственную безопасность, которая в настоящее время приобретает все более острое значение, а также физические, химические и биологические процессы, относится деградация почв, что требует поиска новых научно обоснованных путей к производству экологически чистой и безопасной сельскохозяйственной продукции. В настоящее время в Республике Беларусь из зафиксированных более 20-и видов деградации земель преобладающими являются процессы водной эрозии почв [1, 2].

Эрозия почв – разрушение почвенного покрова, проявляющееся в его переносе, выносе и переотложении. Эрозия изменяет свойства почв и на территориях, не подверженных ей непосредственно, так как вызывает заиление рек, водохранилищ, загрязнение их стекающими с полей удобрениями, пестицидами [3, с. 359, 365].

Водная эрозия почв вызывается талыми и ливневыми водами и проявляется на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова или в виде размыва в глубину [4].

Работы по изучению эрозии почв и разработке методики их картографирования особенно широко развернулись в 1963 г., когда в Белорусском НИИ почвоведения и агрохимии (сейчас РУП «Институт почвоведения и агрохимии») был создан отдел эрозии почв [5].

Проблема деградации почвенных ресурсов носит глобальный характер, изучению водно-эрозионных процессов уделяется огромное внимание во многих развитых странах мира, в том числе и в Беларуси.

Цель исследования – изучение влияния водно-эрозионных процессов на агрохимические показатели почв.

Основная часть

Причины деградации разные: истощение поверхностного слоя почвы вследствие эрозии, вызванной ветром, водой или обработкой; изменения химического состава почвы и биологической среды, вызванные подкислением, засолением или загрязнением; ускоренная потеря питательных веществ, получаемых из минеральных и органических веществ почвы и утрата самого органического вещества и др. [6, 7]. Так, в настоящее время площадь эрозионно-опасных земель достигает 19 % территории страны [6, с. 5]. В почвах сельскохозяйственных земель, несмотря на рост применения органических и минеральных удобрений, совершенствование системы севооборотов, все же не достигнут бездефицитный баланс гумуса и подвижного фосфора, что ухудшает их свойства [6, с. 5].

Основными критериями степени эрозионной деградации почв являются характеристики пахотного горизонта, запасы и содержание гумуса, плотность и пористость (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика почв по степени эрозионной деградации [1, 8, с. 570]

Эродированность почв	Крутизна склона, град.	Смыв почвы, т/га	Характеристика пахотного горизонта почв (Ап)			
			гумус		плотность, г/см ³	пористость, %
			запас, т/га	содержание %		
неэродированные и очень слабоэродированные	<1	<2,0	50 и выше	1,6 и выше	1,15±0,014	56
слабоэродированные	1–3	2,1–5,0	35–45	1,3±0,04	1,32±0,09	50
среднеэродированные	3–5	5,1–10,0	20–30	1,0±0,03	1,43±0,08	44
сильноэродированные	5–7	10,1–20,0	10–15	0,7±0,02	1,51±0,11	40
очень сильноэродированные	>7	>20,0	<10	0,5±0,02	1,57±0,09	30

Каждой степени деградации соответствуют количественные показатели смыва почвы.

Основной физической характеристикой почв, является ее плотность, оказывающая непосредственное влияние на плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур, величина которой зависит от степени эродированности почв.

При этом ученые на основании многолетних исследований пришли к выводу, что почвы, сформированные на различных почвообразующих породах, по противозерозионной устойчивости образуют следующий ряд: на лессовидных суглинках и лессах < на лессовидных супесях < на водноледниковых суглинках < на моренных суглинках < на водно-ледниковых супесях < на водно-ледниковых песках < на моренных песках < на древнеаллювиальных песках. Также установлено, что противозерозионная устойчивость почв снижается по мере увеличения степени эродированности [9, 10, 11].

Общая площадь сельскохозяйственных земель, подверженных водной и ветровой эрозии почв, составляет более 556,5 тыс. га, или около 7,2 % от их общей площади. Согласно земельно-кадастровым данным, развитие эрозионных процессов почв наблюдается на пахотных и улучшенных луговых землях, которые наиболее интенсивно используются в аграрном производстве.

Эродированные почвы пахотных земель составляют 9,4 % их общей площади, из них на долю подверженных водной эрозии приходится 7,1 % (361,7 тыс. га) [5, 8]. Из общей площади почв, подверженных водной эрозии, 56 % занимают слабоэродированные, 25 % – среднеэродированные, 4 % – сильноэродированные, 14 % – намытые. Наибольшие площади пахотных земель, включая намытый верх, выявлены в Минской (8,6 %), Витебской (9,9 %) Могилевской (8,9 %) и Гродненской областях (8,1 %) [8, с. 572]. По административным районам наблюдаются значительные колебания по удельному весу эродированных почв в составе пахотных земель. Наибольшие площади почв, подверженных эрозионной деградации, отмечены в Мстиславском, Браславском, Миорском, Горецком, Корелинском, Городокском районах [8, с. 572–573].

На основании исследований установлено что, чем сильнее почвы эродированы, тем больше они

отличаются от своих незэродированных аналогов по минералогическому, гранулометрическому, химическому составу, физическим, агрохимическим и биологическим свойствам, водно-воздушному, тепловому режимам и другим показателям. С увеличением степени эродированности повышается плотность сложения почвы с 1,27 до 1,52 г/см³ (дерново-палево-подзолистая почва на лессовидном суглинке), и с 1,41 до 1,60 г/см³ (дерново-подзолистая почва на моренном суглинке) [8, с. 574–576].

Уменьшение содержания гумуса в почве в связи с эрозией является интегральным показателем уровня снижения плодородия почв [8].

Наибольшим естественным плодородием обладают дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, которые широко распространены на территории Горецкого района. Водная эрозия на этих почвах является основным фактором, обуславливающим ухудшение их физических свойств. Это неоднократно было подтверждено исследованиями сотрудников лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии.

На основании многолетних исследований учеными установлено относительное изменение агрохимических показателей в пахотном горизонте склоновых почв сельскохозяйственных земель. Изменение агрохимических свойств эродированных почв связаны как с выносом элементов питания, так и с припахиванием нижних горизонтов. Основная выявленная тенденция – это снижение содержания гумуса и элементов питания с возрастанием степени эродированности почвы. Потери элементов питания зависят в первую очередь от интенсивности процессов эрозионной деградации. Средние потери на слабоэродированных почвах составляют до 20–30 %, на среднеэродированных – до 30–40 %, а на сильноэродированных – более 40 %. При одинаковой степени эродированности более низким содержанием характеризуются почвы, расположенные на склонах южной экспозиции, что объясняется более бедным растительным покровом и большей интенсивностью смыва почв по сравнению со склонами северных экспозиций [8, с. 577–578].

В тоже время, на улучшение агрохимических показателей, в большей степени, чем на другие свойства почв можно повлиять применением органических и минеральных удобрений [8, с. 580].

На основании экспериментальных данных определены возможные потери почвы под различными группами сельскохозяйственных культур в зависимости от степени подверженности почв водной эрозии. Результаты многолетних исследований по потерям почвы под различными сельскохозяйственными культурами позволили ранжировать их по противоэрозионной эффективности в следующем порядке по мере убывания: многолетние травы – озимые зерновые – яровые зерновые и зернобобовые – пропашные [11].

Горецкий район расположен на территории центральной почвенно-экологической провинции. Дерново-палево-подзолистые легкосуглинистые почвы, сформированные на покровных лессовидных суглинках, являются господствующими и репрезентативными для Оршанско-Мстиславского почвенного экологического района [8]. Широкое распространение таких почв в вышеуказанном почвенно-экологическом районе обусловило высокую степень освоенности сельскохозяйственных земель и интенсивность их использования. Горецкий район относится к числу наиболее освоенных и распаханых районов республики. Согласно реестру земельных ресурсов Республики Беларусь на 01.01.2022 года общая площадь земель Горецкого района составила 128,7 тыс. га, в т.ч., сельскохозяйственных земель – 85,4 тыс. га, из них пахотных – 69,6 тыс. га. Освоенность сельскохозяйственных земель района составляет 66,4 %, распаханность – 81,5 %.

Для центральной почвенно-экологической провинции выявлена сильная зависимость между распаханностью и эродированностью.

Важнейшими показателями рельефа, влияющими на интенсивность эрозии почв, являются глубина местных базисов эрозии, величины средних уклонов, длина, крутизна, форма и экспозиция склонов. Так, результаты анализа морфометрии склонов Горецкого района показали, что 15,1 % площади пахотных земель расположено на склонах с крутизной <1°, 40,3 % – 1–3°, 23,2 % – 3–5°, 12,4 % – 5–7°, 6,4 % – 7–10°, 1,1 % – 10–15°, а 1,6 % – на склонах 15–20°. В наибольшей степени эрозионным процессам подвержены земли, расположенные на склонах 5° и выше [12]. Удельный вес пахотных земель на таких склонах для Горецкого района составляет 21,5 %.

Площади пахотных земель Горецкого района с длиной склона < 100 м составляют 23,3 %, 100–200 м – 1,4 %, 200–500 м – 17,4 %, >500 м – 40,0 % [12].

На территории Горецкого района водной эрозии подвержено 23645,5 га (38,4 %) пахотных земель, из них слабоэродированные – 10842,1, среднеэродированные – 5132,0, сильноэродированные – 92,4, с намытым верхом – 7579,0 га [13].

Согласно данным агрохимической характеристики почв 13 и 14 туров, содержание подвижного фосфора по Горецкому району заметно снизилось с 210 мг/кг (2013–2016 гг.) до 179 мг/кг (2017–2020 гг.). За период между турами обследований содержание подвижного калия также снизилось с 220 до 204 мг/кг. По содержанию гумуса между турами наблюдалось повышение с 2,04 % до 2,09 % [14, 15].

При проведении исследований были заложены катены, которые включали почвенные разрезы на различных элементах склона – от незэродированных до разной степени эродированных.

Стоит отметить, что с увеличением степени эродированности почв гумусовый горизонт уменьшается. Под влиянием развития водной эрозии изменяется почвенный профиль, агрофизические, агрохимические и другие показатели почв. В процессе вспашки пахотный горизонт эродированных почв формируется за счет иллювиальных горизонтов, а в некоторых случаях и почвообразующей породы, в результате чего все это отрицательно влияет на агрофизические и агрохимические свойства почв. Значительные изменения происходят в плотности сложения почвы, величина которой зависит от содержания органического вещества, гранулометрического и агрегатного состояния (табл. 2, 3).

Таблица 2. Агрофизическое состояние в разной степени эродированных дерново-палево-подзолистых почв, сформированных на мощных лессовидных легких суглинках (катена 1)

Генетический горизонт	Глубина отбора образца, см	Плотность, г/см ³	Общая пористость, %	Полная влагоемкость, %	Коэффициент структурности (Кстр)
неэродированная почва					
Ап	0–22	1,17	54,1	46,2	1,75
А ₁	22–35	1,19	53,9	46,1	–
А ₂	35–45	1,20	51,0	42,9	–
В ₁	45–65	1,35	48,2	35,7	–
В ₂ С	65–100	1,49	44,3	29,7	–
слабоэродированная почва					
Ап	0–21	1,28	49,2	38,4	1,59
А ₂	21–25	1,39	48,1	34,6	–
В ₁	25–75	1,46	45,6	31,2	–
В ₂ С	75–105	1,56	43,1	27,6	–
среднеэродированная почва					
Ап	0–20	1,34	47,2	35,2	1,22
В ₁	20–44	1,48	44,1	29,8	–
В ₂	44–60	1,57	41,4	26,4	–
Ск	60–100	1,63	40,1	24,6	–
сильноэродированная почва					
Ап	0–19	1,53	43,1	28,2	1,13
В	19–55	1,58	39,2	24,8	–
Ск	55–98	1,64	38,5	23,5	–

Исходя из полученных данных, существенные изменения наблюдаются в плотности сложения почвы: с увеличением степени эродированности плотность пахотного горизонта повышается с 1,17 до 1,53 г/см³. С увеличением глубины, данный показатель также повышается, а общая пористость уменьшается.

Стоит отметить, что для почв, сформированных на лессовидных суглинках, оптимальным значением плотности сложения почвы является 1,10–1,20 г/см³, допустимым – 1,20–1,45 г/см³, критическим – более 1,45 г/см³ [16].

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности сложения почвы. Наиболее благоприятная для того или иного растения плотность сложения почвы называется оптимальной. Для большинства сельскохозяйственных культур она составляет 1,0–1,2 г/см³ [17, с. 193].

За годы исследований были обследованы и проанализированы на агрофизическое состояние почвы 287 рабочих участков пахотных земель незэродированных и разной степени эродированности.

Установлено, что вследствие развития водно-эрозионных процессов, происходит не только трансформация почвенных профилей, ухудшение агрофизических свойств, но и значительно ухудшаются агрохимические показатели эродированных почв (табл. 3).

Таблица 3. Агрохимические свойства в разной степени эродированных дерново-подзолистых почв (Ап), развивающихся на мощных легких лессовидных суглинках

Степень эродированности почвы, катена	pH _{KCl}	Гумус, %	Запасы гумуса в почве		P ₂ O ₅	K ₂ O
			т/га	% к неэродированной	мг/кг	
неэродированная, 1	4,18	1,90	48,9	100,0	252,9	152,0
неэродированная, 2	4,90	2,08	53,5	100,0	272,0	129,6
слабоэродированная, 1	4,84	1,80	48,4	98,9	186,1	122,0
слабоэродированная, 2	4,22	1,72	46,2	86,4	200,2	109,7
среднеэродированная, 1	6,01	1,44	38,6	78,9	164,0	116,1
среднеэродированная, 2	4,82	1,44	39,2	73,2	186,5	101,8
сильноэродированная, 1	5,90	1,10	30,5	62,4	127,5	116,0
сильноэродированная, 2	3,84	0,91	25,2	47,1	107,3	61,6

Если для Ап неэродированной почвы катены 1 содержание гумуса, подвижного фосфора и калия принять за 100 %, то на слабоэродированной содержание гумуса составляет 94,7 %, среднеэродированной – 75,8 %, сильноэродированной – 57,9 %. Содержание подвижного фосфора на слабоэродированной составляет 73,6 %, среднеэродированной – 64,8 %, сильноэродированной – 50,4 %. Содержание подвижного калия на слабоэродированной почве составляет 80,3 %, среднеэродированной – 76,4 %, сильноэродированной – 76,3 %.

На слабоэродированной почве в Ап катены 2 содержание гумуса составляет 82,7 %, среднеэродированной – 69,2 %, сильноэродированной – 43,7 %. Содержание подвижного фосфора на слабоэродированной составляет 73,6 %, среднеэродированной – 68,6 %, сильноэродированной – 39,4 %. Содержание подвижного калия на слабоэродированной составляет 84,6 %, среднеэродированной – 78,6 %, сильноэродированной – 47,5 %.

Эродированные почвы существенно отличаются от неэродированных, в первую очередь уменьшением запаса и снижением содержания гумуса.

В исследуемых почвах запасы гумуса снижаются с увеличением степени эродированности для катены 1 от 48,9 т/га на неэродированной до 30,5 т/га на сильноэродированной почве, для катены 2 – от 53,5 до 25,2 т/га. Если для неэродированной почвы запасы гумуса принять за 100 %, то на слабоэродированной почве катены 1 снижение запаса составит 1,1 %, для катены 2 – 13,6 %, для среднеэродированной почвы катены 1 – 21,1 %, катены 2 – 26,8 %, для сильноэродированной почвы катены 1 – 37,6 %, катены 2 – 52,9 %.

Заключение

В связи с тем, что в настоящее время становится все более интенсивным и агрессивным воздействие человека на окружающую среду, возрастает риск экологического кризиса. В Республике Беларусь значительные площади почв подвержены водной эрозии.

Таким образом, объект исследования характеризуется заметным изменением агрофизических и агрохимических свойств почв в пахотном горизонте склоновых почв пахотных земель, в результате развития водно-эрозионных процессов, при этом главная выявленная закономерность – это снижение содержания гумуса и элементов питания с увеличением степени эродированности почвы, масштабы развития которой требуют всестороннего и комплексного исследования последствий ее проявления, что в целом подтверждает полученные ранее выводы исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 7–18.
2. Клебанович, Н. Г. Почвы Беларуси – наше богатство / Н. Г. Клебанович // Земля Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 51–61.
3. Горбылева, А. И. Почвоведение: учеб. пособие / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский; под ред. А. И. Горбылевой. – 2-е изд., перераб. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2012. – 400 с.
4. A framework for land evaluation [Electronic resource]: FAO Soils bulletin 32 / Soil resources development and conservation service land and water development division. FAO UN. – Rome, 1976. – Mode of access: <https://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm#Contents> – Date of access: 10.09.2019.
5. Исторические аспекты картографирования эродированных почв и создания почвенноэрозионной карты Беларуси / Л. И. Шибут [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1 (64). – С. 37–45.
6. Стратегия в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2025 года: решение коллегии Министрства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28.01.2011 г. № 8–Р.
7. Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 7–18.
8. Почвы Республики Беларусь / под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.

9. Сравнительная оценка агрофизических, микроморфологических свойств и минералогического состава, отражающих степень устойчивости дерново-подзолистых почв на лессовидных и моренных суглинках к эрозионной деградации / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – № 1(52). – 2014. – С. 32–40.
10. Трансформацыя дзярнова-падзолістых глебаў схілавых сельскагаспадарчых зямель Мінскага ўзвышша / В. Б. Цырыбка [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 2(69). – С. 17–29.
11. Черныш, А. Ф. Современные почвенно-эрозионные процессы в Беларуси // А. Ф. Черныш, А. М. Устинова, А. В. Юхновец // Эрозионные и русловые процессы: сб. тр. – Москва, 2015. – Вып. 6. – С. 27–46.
12. Морфометрия склонов сельскохозяйственных земель Беларуси: практическое пособие / Н. Н. Цыбулько [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Цыбулько; Национальная академия наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 92 с.
13. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г. И. Кузнецов, Н. И. Смеян, Г. С. Цыtron [и др.] / под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
14. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.
15. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. – 275 с.
16. Цырыбка, В. Б. Агрофизические свойства почв, сформированных на различных почвообразующих породах, и их оптимальные параметры: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / В. Б. Цырыбка; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2017. – 23 с.
17. Горбылева, А. И., Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие / А. И. Горбылева, Д. М. Андреева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский; под ред. А. И. Горбылевой. – Минск: Новое знание, 2002. – 480 с.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ И СПОСОБ ЕГО КОРРЕКТИРОВАНИЯ

В. М. ЛУКАШЕВИЧ, А. А. КОНСТАНТИНОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kanstantsinau@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.03.2025)

Особенности распределения влаги в почве при капельном орошении определяются локальным способом подачи воды на орошаемый участок. Вода при капельном орошении подается точно и распределяется в последующем в вертикальной и горизонтальной плоскостях под действием сил, зависящих от типа и состава почвы, начального уровня содержания влаги, интенсивности поступления воды из источника и других факторов, то есть распределение влаги зависит от целого комплекса природных факторов и особенностей функционирования капельной системы. Кроме того, накопленный опыт возделывания овощных культур при капельном орошении сегодня уже не оставляет сомнений в необходимости учета функции отбора влаги корнями растений [1].

Следует учитывать, что локальный характер увлажнения почвы при капельном поливе обуславливает высокие требования к установлению количественных закономерностей формирования зон увлажнения при разных типах почв, в зависимости от их гранулометрического состава, содержания органического вещества и исходной влажности [2].

В результате проведенного опыта сделаны следующие заключения:

- форму контура увлажнения в первом приближении можно рассматривать как часть поверхности эллипсоида вращения вокруг вертикальной оси, проходящей через центр капельницы;
- на дерново-подзолистой почве, во время подачи воды и до момента ее прекращения, форма контура увлажнения шаровидная, в период после прекращения подачи воды и по истечению срока наблюдения форма имела вид натянутого эллипсоида в вертикальном направлении;
- радиус увлажнения на поверхности почвы составил 0,3 м;
- соотношение наибольшего диаметра зоны увлажнения на глубине 0,2–0,4 м и диаметра увлажнения на поверхности почвы не одинаковы, соотношение диаметров равно 2,0;
- фиксация увлажнения на границе глубины 0,5 м свидетельствует о значительном оттоке поливной воды из зоны корнеобитаемого слоя значительного количества видов овощных культур.

Анализ полученных данных послужил поиску решений направленных на устранение недостатков капельного полива, в частности по поиску решений направленных на уменьшение оттока продуктивной влаги в слои почвы расположенные ниже корнеобитаемого слоя.

С этой целью было предложено изобретение: «Устройство подпочвенного капельного орошения с использованием защитного аккумуляющего экрана».

Ключевые слова: распределение влаги, контур увлажнения, изобретение, подпочвенный капельный полив, фильтрация, капельный полив.

The characteristics of soil moisture distribution with drip irrigation are determined by the local method of water supply to the irrigated area. With drip irrigation, water is supplied pointwise and then distributed in the vertical and horizontal planes under the action of forces that depend on the type and composition of the soil, the initial level of moisture content, the intensity of water supply from the source and other factors, that is, the distribution of moisture depends on a whole range of natural factors and the characteristics of the drip system. In addition, the accumulated experience of cultivating vegetable crops with drip irrigation today leaves no doubt about the need to take into account the function of moisture extraction by plant roots. It should be taken into account that the local nature of soil moistening with drip irrigation determines high requirements for establishing quantitative patterns of formation of moistening zones for different types of soils, depending on their granulometric composition, organic matter content and initial moisture content. The following conclusions were made as a result of the experiment:

- the shape of the humidification contour can be considered as a first approximation as part of the surface of an ellipsoid of revolution around a vertical axis passing through the center of the dripper;
- on sod-podzolic soil, during water supply and until it was stopped, the shape of the humidification contour was spherical, in the period after the water supply was stopped and at the end of the observation period, the shape had the form of an ellipsoid stretched in the vertical direction;
- the radius of humidification on the soil surface was 0.3 m;
- the ratio of the largest diameter of the humidification zone at a depth of 0.2–0.4 m and the diameter of humidification on the soil surface are not the same, the ratio of the diameters is 2.0;
- the recording of humidification at the boundary of a depth of 0.5 m indicates a significant outflow of irrigation water from the root zone of a significant number of vegetable crops.

The analysis of the obtained data served to search for solutions aimed at eliminating the shortcomings of drip irrigation, in particular, to search for solutions aimed at reducing the outflow of productive moisture into the soil layers located below the root-inhabited layer.

For this purpose, an invention was proposed: "A device for subsurface drip irrigation using a protective accumulating screen."

Key words: moisture distribution, humidification circuit, invention, subsurface drip irrigation, filtration, drip irrigation.

Введение

Овощные культуры предъявляют различные требования к зонам и характеру распределения влаги при капельном поливе. Эти требования определяются, преимущественно, характером распределения

корневой системы овощей и зоной наиболее интенсивного отбора влаги корнями. Наряду с этим необходимо учитывать, что рост и распространение корневой системы растений существенным образом зависит от параметров зоны увлажнения. Доказано, что большая часть корней, т. е. наиболее активно функционирующая их часть, располагается в зоне оптимального увлажнения [3], что дает возможность управлять ростом корневой системы растений. Однако такая возможность вместе с преимуществами требует определенного уровня накопленных и систематизированных знаний, которые позволят увязать биологию культуры, природные особенности региона и параметры формирования зон увлажнения, позволяющих с наибольшей полнотой реализовать генетический потенциал продуктивности растений.

Необходимость изучения закономерностей распределения влаги в почве при орошении овощей в области исследований обуславливается следующим:

- потребностью предоставления капельного полива овощей, как дополнительного источника влаги в водном питании растений, что требует изучения зон увлажнения с параметрами, изменяющимися в достаточно широких пределах;
- природными особенностями района, определяющими энергетические ресурсы атмосферы, динамику водопотребления, и, как следствие, объемы и интенсивность отбора влаги корнями растений;
- отсутствием экспериментального материала, который учитывал бы изменение закономерностей формирования контура увлажнения вследствие роста и развития овощных культур. Рост растений сопровождается существенным увеличением водопотребления, что обуславливает повышение влияния отбора влаги их корневой системой [4].

Цель исследования – обоснование формирования контура увлажнения при капельном поливе, разработка нового способа капельного полива.

Основная часть

Критерием выполнения заданных схемой опыта условий являлась влажность почвы в активном горизонте, которая должна, в среднем, соответствовать наименьшей влагоемкости. В связи с тем, что контур увлажнения формируется неравномерно, важно выбрать зону замера влажности почвы.

В опыте в качестве такой зоны выбрана осевая линия полосы увлажнения, соответствующая месту расположения поливных трубопроводов. Дополнительное измерение влажности почвы на расстоянии от места расположения поливного трубопровода и расчет средней влажности всего контура увлажнения усложняет процедуру эксперимента и не имеет практического преимущества.

Определение содержания почвенной влаги проводили термостатно-весовым способом [5]. Для получения экспериментальных данных, влажность почвы в весовых единицах, определенная отношением содержащейся в почве влаги к массе высушенной почвы, переводилась в относительные единицы путем деления на основную водную характеристику почвы – величину наименьшей влагоемкости. Причем значения наименьшей влагоемкости брались дифференцированно для почвы разных горизонтов, через 0,1 м, и к ним относили значения фактической влажности почвы с той же глубины. Это позволило получить объективную картину распределения влаги в почве в сформированном вторичном контуре увлажнения [6].

Анализ результатов опытов, аналитической и графической обработки экспериментального материала позволяют утверждать, что подача поливной воды обеспечивает насыщение расчетного горизонта до наименьшей влагоемкости на участках без насаждений, а также при мульчировании почвы, задерживая испарения влаги в почве [7, 8].

С увеличением расстояния от оси увлажнителя (капельницы) мощность горизонта промачивания почвы и влагосодержание увлажненных участков снижалось в сравнении с основной зоной контроля влажности. Наибольший диаметр пятна увлажнения за сутки достигается за счет увеличения поливной нормы, а контур увлажнения почвы расширяется за счет мульчирования почвы. За пределами зоны оптимального увлажнения влажность почвы изменялась в пределах 50–60 % НВ, то есть почва была достаточно сильно иссушена. Следует учитывать, что контур увлажнения почвы не является строгой, геометрически определенной фигурой. В нем существуют переходные зоны. Например, с поливной нормой 64 м³/га, при заданном для расчетов горизонте увлажнения 0,3 м в горизонте 0,5–0,6 м влажность почвы соответствовала 58–68 % НВ. Это выше, чем в постилающем горизонте почвы, но существенно ниже, чем в основной зоне увлажнения. В горизонте 0–0,4 м с диаметром 0,5–0,8 м влажность почвы не опускалась ниже 70 % НВ, а в слое 0,1–0,2 м с диаметром 0,2 м – превышала величину наименьшей влагоемкости. Последнее может свидетельствовать как о наличии еще не

перераспределенной влаги к моменту отбора образцов, так и являться ошибкой вследствие неоднородности водно-физических свойств почвы на опытном участке.

На участке, где опыт проводился с применением мульчирования, диаметр по контуру увлажнения, также как и площадь зоны увлажнения почвы значительно увеличивается. Это объясняется тем, что влага в почве, прикрытой рыхлым слоем органического вещества (в данном опыте опилки), меньше подвержена испарению, так как испаряясь, влага задерживается в слое мульчи и сохраняет ее.

Неравномерность распределения влаги по контуру увлажнения подтверждают данные, полученные по всей площади, определяемой диаметром и мощностью горизонта увлажнения. Осреднение общего влагосодержания по всей этой площади дает уровень 84–90 % НВ, что на 10–16 % меньше, чем подаваемая поливная норма. Однако, это не дает нам считать, что поливная норма завышена, так как часть влаги перераспределяется за пределы рассматриваемой площади, вследствие сглаженности перехода от увлажняемой зоны почвы к неувлажняемой.

На участках, где полив проводили с поливной нормой 64 м³/га в расчете на увлажнение 0,3-метрового слоя почвы, влага распределялась следующим образом: зона равная наименьшей влагоемкости ограничивалась вертикально слоем 0,25 м и диаметром 0,2–0,25 м. Далее мощностью 0,15 м находился горизонт с запасами влаги, соответствующими 95 % НВ. В слое почвы глубиной до 0,5 м влажность не опускалась ниже 75 % НВ. Применяя мульчирование при той же поливной норме, зона, равная наименьшей влагоемкости, увеличилась до 0,3 м, диаметр контура увлажнения составил 0,9 м, а влажность слоя почвы глубиной до 0,5 м не опускалась ниже 80 % НВ, составил 1,5 м в диаметре, а мощность горизонта увлажнения – 1,1 м.

При проведении полива нормой 95 м³/га, в расчете на увлажнение 0,3-метрового слоя почвы, влага распределялась иначе: зона равная наименьшей влагоемкости ограничивалась вертикально слоем 0,3 м и диаметром 0,3 м. Далее мощностью 0,1–0,2 м находился горизонт с запасами влаги, соответствующими 95 % НВ. Дальше, в слое почвы диаметром 0,8 м и глубиной до 0,7 м влажность не опускалась ниже 75 % НВ. С применением мульчирования при сохранении той же нормы полива 95 м³/га зона равная наименьшей влагоемкости увеличилась вертикально слоем до 0,35 м и диаметром 0,3–0,4 м, а диаметр по контуру увлажнения увеличился до 1,0–1,2 м.

При проведении полива нормой 127 м³/га, определённой для расчетного горизонта почвы 0,3 м, зона, равная наименьшей влагоемкости, составила 0,43 м, диаметром 0,4 м, слой почвы с влажностью не ниже 70 % НВ ограничился диаметром 0,9 м и мощностью горизонта 0,85 м. С применением мульчирования при той же поливной норме, зона, равная наименьшей влагоемкости, увеличилась до 0,46 м, диаметром 0,45 м, слой почвы с влажностью не ниже 70 % НВ составил 1,5 м в диаметре, а мощность горизонта увлажнения – 1,1 м. Результаты вычисления площадей зоны насыщения и оптимального увлажнения почвы сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Площади влажности почвы по границам контура увлажнения без применения мульчирования, м²

Поливная норма, м ³ /га	Площадь зоны насыщения $\omega_{нас}$, м ²	Площадь зоны оптимального увлажнения $\omega_{опт}$, м ²
64	0,039	0,512
95	0,073	0,812
127	0,127	1,020

Таблица 2. Площади влажности почвы по границам контура увлажнения с применением мульчирования, м²

Поливная норма, м ³ /га	Площадь зоны насыщения $\omega_{нас}$, м ²	Площадь зоны оптимального увлажнения $\omega_{опт}$, м ²
64	0,083	0,720
95	0,143	0,887
127	0,246	1,375

Аналитический и графический анализ экспериментального материала позволяет изучить еще одну важную особенность распределения влаги в почве при капельном орошении овощей. Она обусловлена тем, что влага при капельном орошении распределяется от точечного источника, а содержание воды в почве после полива сокращается от зоны расположения капельницы в вертикальном и горизонтальном направлении. Отбор почвенной влаги корневой системой овощей, обуславливая расход части не перераспределенной воды, делает этот переход более динамичным, а мощность горизонта промачивания – меньше. Однако, при поливе поверхности почвы, находящейся под уклоном, влага в почве с течением времени перераспределяется преимущественно в сторону уклона. Та же самая закономерность сохраняется с мульчированием почвы и с увеличением нормы полива.

Для выявления более точной закономерности формирования контура увлажнения почвы при капельном орошении и распределения влаги в объеме почвы во времени, был произведен научный экс-

перимент в лаборатории кафедры мелиорации и водного хозяйства УО БГСХА. Для осуществления эксперимента использовалась лабораторная установка, физический смысл которой заключался в следующем: в металлический бак размером 1,0×1,0×0,6 м был помещен массив грунта, взятый с опытного участка, уложенный послойно с воспроизведением морфологического сложения. В массив грунта было помещено 150 датчиков влажности, которые образовывали измерительную сетку. Расположение датчиков в горизонтальном направлении образовывало сетку 60×60 см с ячейками 10×10 см, в вертикальном направлении шаг датчиков составлял 10 см на глубину 60 см. каждый датчик подключался к сигнальной лампе расположенной на контрольном табло. На поверхности почвы располагалась капельная трубка. Положение капельницы соответствовало центру поверхности почвенного массива грунта. Поливная норма соответствовала техническим характеристикам капельницы (2,1 л / час). Расчетное время проведения опыта составило одни сутки. Время полива один час. Наблюдения фиксировались с помощью видеосъемки.

Алгоритм проведения опыта включал следующую последовательность.

Вода подавалась на капельницу, включался секундомер и видеофиксация. Продолжительность подачи воды составляла один час, расход воды контролировался при помощи мерного сосуда, установленного на капельнице, расположенной за пределами металлического бака. По мере поступления воды и впитывания ее в почву, при достижении датчика, на контрольном табло отмечалось загорание индикатора, свидетельствующее о достижении увлажнения почвы в заданной точке объема грунта. По истечении времени подача воды прекращалась, а фиксация увлажнения почвы продолжалась на протяжении последующих суток.

По результатам проведенного опыта можно сделать следующие заключения:

- форму контура увлажнения в первом приближении можно рассматривать как часть поверхности эллипсоида вращения вокруг вертикальной оси, проходящей через центр капельницы;
- на дерново-подзолистой почве во время подачи воды и до момента ее прекращения форма контура увлажнения шаровидная, в период после прекращения подачи воды и по истечении срока наблюдения форма имела вид натянутого эллипсоида в вертикальном направлении;
- радиус увлажнения на поверхности почвы составил 0,3 м;
- соотношение наибольшего диаметра зоны увлажнения на глубине 0,2–0,4 м и диаметра увлажнения на поверхности почвы неодинаковы, соотношение диаметров равно 2,0;
- фиксация увлажнения на границе глубины 0,5 м свидетельствует о значительном оттоке поливной воды из зоны корнеобитаемого слоя значительного количества видов овощных культур.

Анализ полученных данных послужил поиску решений, направленных на устранение недостатков капельного полива, в частности по поиску решений, направленных на уменьшение оттока продуктивной влаги в слои почвы, расположенные ниже корнеобитаемого слоя.

С этой целью было предложено изобретение: «Устройство подпочвенного капельного орошения с использованием защитного аккумуляющего экрана».

Изобретение относится к специальности 6-05-0811-03 «Мелиорация и водное хозяйство» и может быть использовано в качестве способа подпочвенного капельного орошения овощных культур при грядковом или безгрядковом способе посева, с небольшой глубиной залегания корнеплодов или основного объема корневой системы.

В основу настоящего изобретения положена задача создания нового устройства подпочвенного капельного орошения, способного экономить воду, путем предотвращения фильтрации в нижние слои почвы и целенаправленной подачи этой воды в корнеобитаемый слой, сокращать интервалы полива за счет аккумуляции воды в специальном экране.

Поставленная задача решается тем, что подающий воду трубопровод в виде капельной трубки помещается в специальный экран, выполненный из гидрофильного материала толщиной 5–10 мм, имеющего нижний водонепроницаемый слой. Экран помещается в почву на глубину ниже корнеобитаемого слоя.

Сущность изобретения и возможность его осуществления поясняется рис. 1.

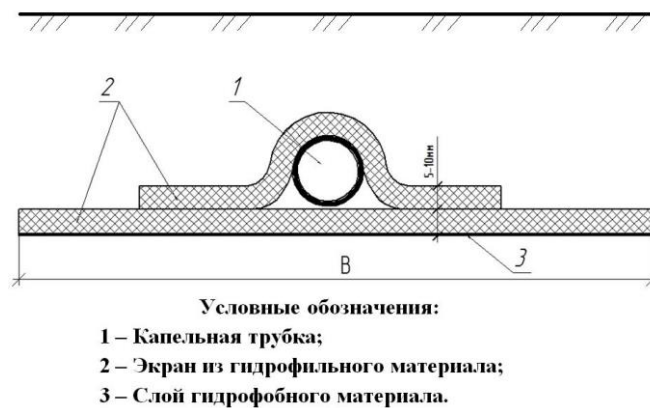


Рис. 1. Устройство подпочвенного капельного орошения с использованием защитного аккумулирующего экрана

Изобретение работает следующим образом. Вся конструкция, являющаяся неразборной, помещается на заданную глубину (Н), равную корнеобитаемому слою почвы. Причем ширина экрана (В) принимается равной величине (Н). Далее все засыпается почвой. По подающему трубопроводу (расположенному на поверхности почвы) вода поступает в капильную трубку (1), после чего через эмиттеры капильной трубки поступает в аккумулирующий воду экран (2).

По мере поступления и увеличения объема воды происходит ее распределение по экрану, а также фильтрация в верхние слои корнеобитаемой почвы (I зона увлажнения, рис. 2). После полного наполнения экрана, вода начинает фильтроваться под действием капиллярного подсоса по всей его площади (II зона увлажнения, рис. 2).

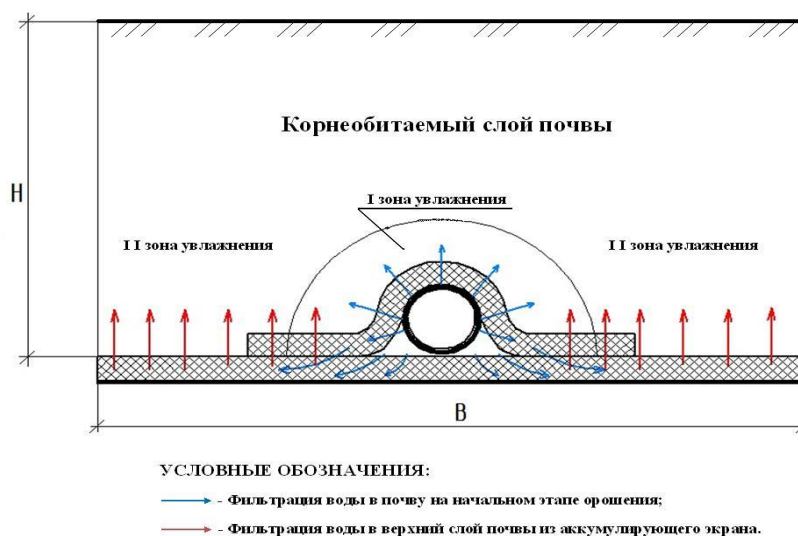


Рис. 2. Принцип работы устройства подпочвенного капельного орошения с использованием защитного аккумулирующего экрана

Конструкция предлагаемого изобретения позволяет:

- 1) избежать потерь воды вследствие растекания по поверхности почвы и испарения, т.к. устройство расположено в слое почвы;
- 2) исключить фильтрацию воды в нижние слои почвы;
- 3) равномерно распределять влагу в зоне корневой системы растений;
- 4) экономить воду, так как подача ее осуществляется в безнапорном режиме через эмиттеры капильной трубки, что способствует направленному впитыванию воды вышерасположенным слоем почвы;
- 5) увеличить межполивные интервалы, путем накопления влаги в аккумулирующем экране.

Заключение

Предложенное изобретение «Устройство подпочвенного капельного орошения с использованием защитного аккумулирующего экрана» способно повысить эффективность системы капельного полива путем избегания потерь воды вследствие растекания по поверхности почвы и испарения, так как

устройство расположено в слое почвы; исключить фильтрацию воды в нижние слои почвы, равномерно распределять влагу в зоне корневой системы растений, экономить воду, так как подача ее осуществляется в безнапорном режиме через эмиттеры капельной трубки, что способствует направленному впитыванию воды вышерасположенным слоем почвы, увеличить межполивные интервалы, путем накопления влаги в аккумулярующем экране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ромашенко, М. И. Изучение водопотребления плодовых, ягодных культур и винограда при микроорошении / М. И. Ромашенко, В. Н. Корюненко, О. Д. Семаш // Вестник аграрной науки. – 1994. – № 3. – С. 74–81.
2. Бородычев, В. В. Агроэкологические требования к гидромелиоративным системам нового поколения / В. В. Бородычев, А. В. Майер // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Защитное лесоразведение и мелиорация земель в степных и лесостепных районах России». – Волгоград: изд. ВГСХА, 1998. – С. 98–105.
3. Шеин, Е. В. Почвенные парадоксы (вагопроводность почв и капельное орошение) / Е. В. Шеин // Природа. – 2002. – № 10. – С. 8–10.
4. Лукашевич, В. М. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в производстве овощной продукции / В. М. Лукашевич // III Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования: сборник / редкол.: Н. Н. Шалобыта (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2024. – С. 232–234.
5. Бишоф, Э. А. Методические указания по статической обработке экспериментальных данных в мелиорации и почвоведении / Э. А. Бишоф, Г. С. Калмыков. – Л.: типография №6, 1977. – 270 с.
6. Лукашевич, В. М. Перспективы развития капельного орошения редиса в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / В. М. Лукашевич, А.А. Константинов // Почвоведение в прошлом, в настоящем и будущем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященной «Всемирному дню почв» 5-6 декабря 2022 г. / Институт Почвоведения и Агрохимии и Хазарский университет: под ред.: Гулиев А. [и др.]. – Баку: Азербайджан, 2023. – С. 247–248.
7. Лукашевич, В. М. Капельное орошение салата в открытом грунте в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / В. М. Лукашевич, А.А. Константинов // Почвоведение в прошлом, в настоящем и будущем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященной «Всемирному дню почв» 5-6 декабря 2022 г. / Институт Почвоведения и Агрохимии и Хазарский университет: под ред. : Гулиев А. [и др.]. – Баку: Азербайджан, 2023. – С. 239–241.
8. Методические рекомендации по определению оптимальных поливных и оросительных норм для сельскохозяйственных культур / А. С. Анженков [и др.]; РУП «Институт мелиорации». – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 24 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛИВА ДОЖДЕВАНИЕМ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ

В. И. ЖЕЛЯЗКО, В. В. КОПЫТОВСКИЙ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 25.03.2025)

Обоснована необходимость повышения качества дождевания животноводческими стоками при регулировании водно-воздушного режима почвы в соответствии с требованиями растений. Определена равномерность распределения животноводческих стоков на орошаемой площади в соответствии с изменениями скорости ветра. Установлено изменение допустимой интенсивности прерывистого дождевания во времени, что исключает поверхностный сток. Разработано устройство для обработки поверхности почвы на орошаемых землях и в условиях обычного земледелия при выпадении большого количества атмосферных осадков. Установлено, что применение поглощающего дренажа в сочетании с агромелиоративными мероприятиями позволяет повысить качество дождевания за счет увеличения в 1,5–2,0 раза продолжительности дождевания без образования поверхностного стока, расширения диапазона допустимой интенсивности дождевания от 0,62 до 0,10 мм/мин. Кроме того, необходимо проводить специальную мелиоративную обработку поверхности почвы, что обеспечит качественное дождевание без образования луж и поверхностного стока, а для повышения равномерности распределения стоков по площади необходимо совершенствовать конструкции дождевальных устройств.

Техническая задача, на решение которой была направлена разработанная конструкция, заключается в повышении равномерности увлажнения поля и упрощении технологии производства работ, повышении качества орошаемых сельскохозяйственных культур, предотвращении водной эрозии почвы и загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *животноводческие стоки, устройство для обработки почвы, интенсивность дождевания, поливная норма, дождевальная установка.*

The necessity of improving the quality of sprinkling with livestock runoff when regulating the water-air regime of the soil in accordance with the requirements of plants is substantiated. The uniformity of distribution of livestock runoff over the irrigated area is determined in accordance with changes in wind speed. The change in the permissible intensity of intermittent sprinkling over time is established, which excludes surface runoff. A device for processing the soil surface on irrigated lands and under normal farming conditions with a large amount of precipitation is developed. It is established that the use of absorbing drainage in combination with agro-ameliorative measures can improve the quality of sprinkling by increasing the duration of sprinkling by 1.5–2.0 times without the formation of surface runoff, expanding the range of permissible sprinkling intensity from 0.62 to 0.10 mm / min. In addition, it is necessary to carry out special melioration treatment of the soil surface, which will ensure high-quality sprinkling without the formation of puddles and surface runoff, and to improve the uniformity of the distribution of runoff over the area, it is necessary to improve the designs of sprinkling devices. The technical task, which the developed design was aimed at solving, is to increase the uniformity of field moistening and simplify the technology of work, improve the quality of irrigated agricultural crops, prevent water erosion of soil and environmental pollution.

Key words: *livestock runoff, soil treatment device, sprinkling intensity, irrigation rate, sprinkling apparatus.*

Введение

В настоящее время в Беларуси для утилизации и обезвреживания животноводческих стоков применяют различные технологии. Одной из них является использование стоков для удобрительного орошения сельскохозяйственных культур. Для реализации этой технологии при животноводческих комплексах построены специализированные водооборотные мелиоративные системы. Опыт их эксплуатации показывает, что даже на совершенных водооборотных системах не обеспечивается экологическая безопасность. Прежде всего это относится к отдельным элементам осушительной сети, которая должна перехватывать загрязненный поверхностный и внутрипочвенный сток и отводить его в аккумулирующие пруды с последующим использованием для орошения. Для уменьшения объема сбросного стока обычно применяют агромелиоративные мероприятия, которые позволяют более эффективно использовать стоки, улучшая водно-воздушный режим почвы и повышая урожайность сельскохозяйственных культур.

Целью исследований является разработка мероприятий, повышающих качество дождевания при орошении земель стоками свиноводческих комплексов.

При этом были решены следующие задачи:

- установлена впитывающая способность почвы при прерывистом дождевании стоками свинокомплексов;
- определена допустимая интенсивность дождевания, исключая поверхностный сток;

– разработан способ и устройство мелиоративной обработки орошаемой площади, повышающее впитывающую способность почвы.

Основная часть

Решение поставленных задач осуществлялось путем постановки полевых и производственных опытов на типичных для Республики Беларусь дерново-подзолистых почвах. Экспериментальные исследования были проведены на опытном участке в РСУП СГЦ «Заднепровский» Оршанского района Витебской области, а схема опытов включала 8 вариантов агро мелиоративной обработки поверхности орошаемых полей [6]. Необходимые измерения и математическая обработка результатов выполнена по известным методикам

Общеизвестно, что условием качественного дождевания является соответствие его интенсивности впитывающей способности почвы. Результаты исследований свидетельствуют, что при поливе сточными водами впитывающая способность почвы значительно снижается [1]. Это связано с физико-механическими свойствами поливной жидкости, содержащей значительное количество взвешенных веществ, которые оказывают кольматирующее действие на почву.

Механизм этого процесса детально рассмотрен в работах В. И. Желязко, М. Г. Голченко [2–5] и других ученых, которые отмечают, что в связи с большим многообразием факторов, влияющих на интенсивность дождевания, попытка установить теоретическую зависимость допустимой интенсивности от определяющих ее величину факторов не представляется возможной. Поэтому достаточно обоснованные параметры качественного дождевания устанавливают экспериментальным путем [3].

При проведении опытного дождевания на поверхности почвы были установлены учетные врезные рамы квадратной формы. Полив проводился с помощью дождевальной насадки, которая периодически включалась в работу с различными интервалами времени по схеме «полив – пауза – полив и т. д.». Таким образом моделировалось прерывистое дождевание. Учет поливной нормы m_d проводился с помощью почвенных дождемеров. За начало стока принимали момент времени, когда на поверхности учетной площадки образовывались лужи диаметром 2–3 см. Все измерения проводились в 3–4-кратной повторности, а поливы учетных площадок проводились при предполивной влажности около 75 % НВ. Величину допустимой интенсивности дождевания i_d определяли по формуле:

$$i_d = \frac{m_d}{t} \text{ мм/мин,} \quad (1)$$

где m_d – величина поливной нормы от начала дождевания до момента появления стока, мм; t – продолжительность дождевания до момента появления стока, мин.

Результаты проведенных полевых исследований допустимой интенсивности прерывистого дождевания приведены для наглядности на рис. 1 [6].

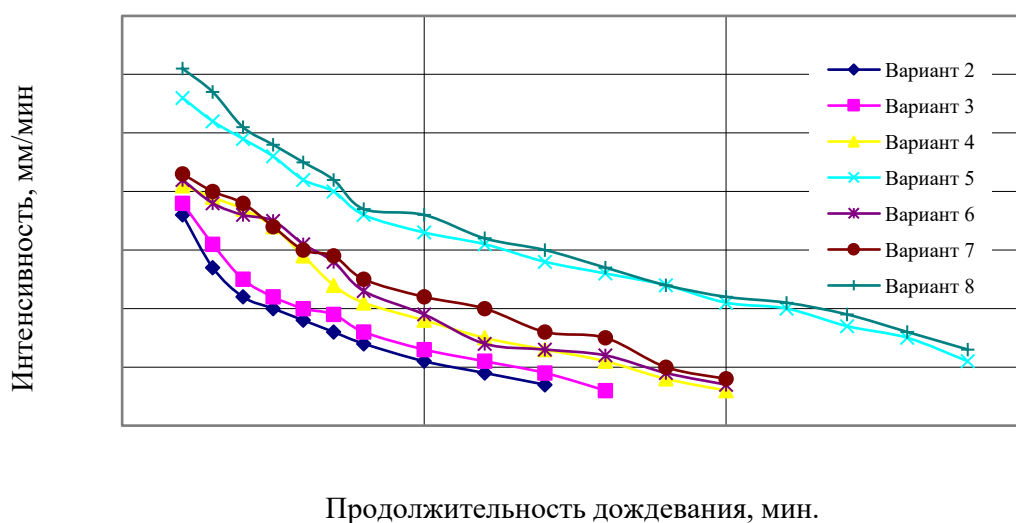


Рис. 1. Изменение допустимой интенсивности прерывистого дождевания во времени в вариантах опыта

Анализ полученных данных показывает, что допустимая интенсивность дождевания зависит от продолжительности полива и значительно изменяется по вариантам. Наибольшее значение допустимой интенсивности отмечено в вариантах 5 и 8, соответственно 0,56 и 0,62 мм/мин при продолжительности воздействия дождя на почву 18 мин. При снижении допустимой интенсивности до 0,10–0,12 мм/мин продолжительность дождевания до появления стока в этих вариантах составляет 110 и 140 мин. соответственно.

Исследования в опыте агрономелиоративные мероприятия проводились специальным устройством, разработанным нами в соавторстве.

Устройство состоит из кротователя-щелереза, который дополнительно оборудуется штифтователем «в виде прикатывающего катка, на изогнутой оси которого установлены диски с шарнирно закрепленными на них штифтами и жестко закрепленными ограничителями угла поворота штифтов. Оси вращения штифтовальных дисков расположены в вертикальной плоскости, которая проходит через ось вращения прикатывающего катка так, что плоскости, в которых вращаются штифтовальные диски, расположены симметрично плоскости, проходящей через продольную и вертикальную оси рабочего органа кротователя или щелереза и под острым углом к ней (рис. 2).

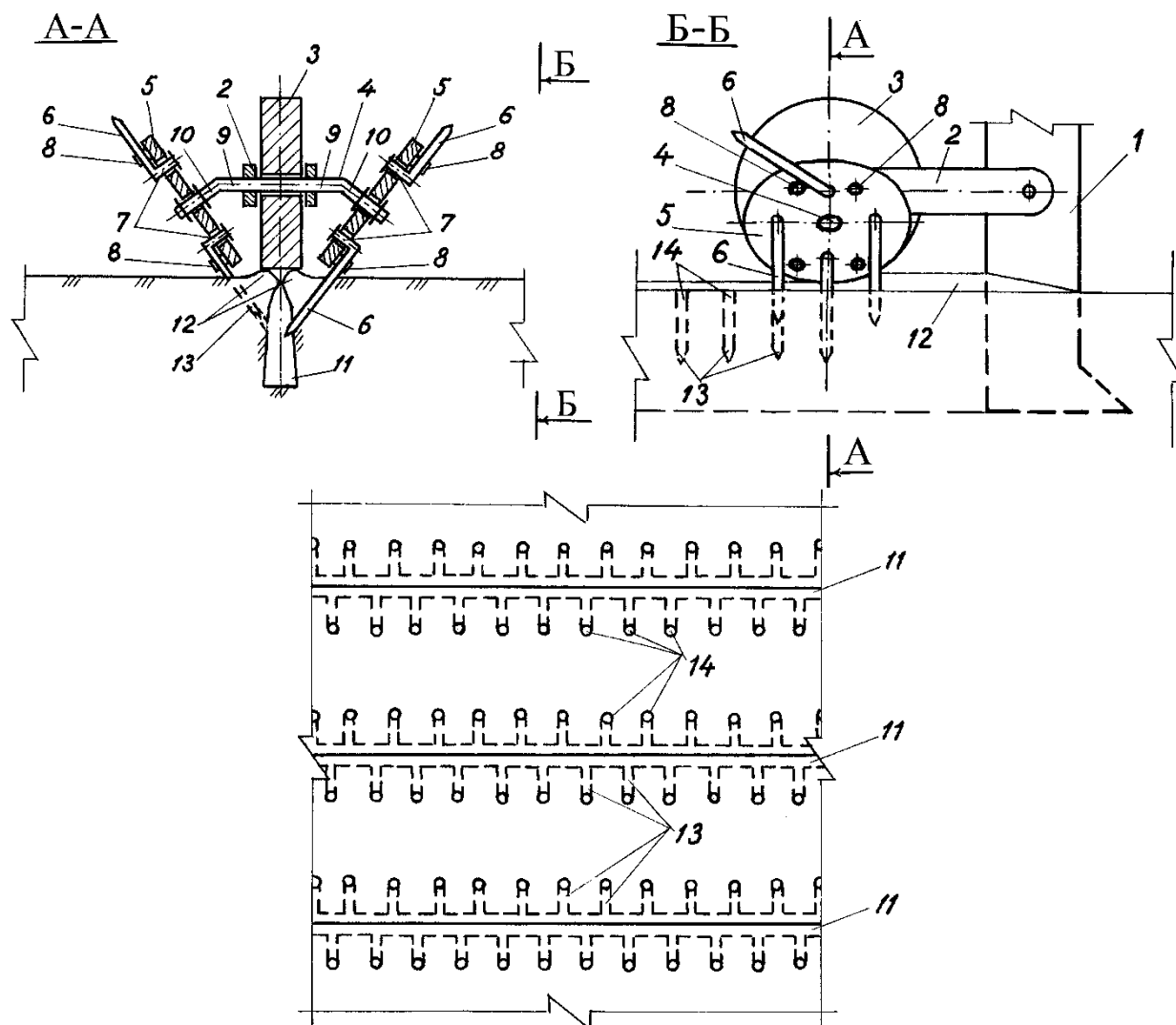


Рис. 2. Принципиальная схема устройства для обработки поверхности поля [6]: 1 – рабочий орган щелереза; 2 – кронштейн; 3 – прикатывающий каток; 4 – ось катка; 5 – штифтовальный диск; 6 – штифт; 7 – шарнир; 8 – ограничитель; 9 – оси вращения прикатывающего катка; 10 – ось вращения штифтовальных дисков; 11 – щель в почве; 12 – почвенный валик; 13 – вертикальные отверстия в почве

Разработанное устройство может применяться не только на орошаемых сельскохозяйственных землях, но и в условиях обычного земледелия для повышения эффективности использования естественных атмосферных осадков.

Техническая задача, на решение которой была направлена разработанная конструкция, заключается в повышении равномерности увлажнения поля и упрощении технологии производства работ, по-

вышении урожайности и повышении качества орошаемых сельскохозяйственных культур, предотвращении водной эрозии почвы и загрязнения окружающей среды.

При использовании предлагаемой конструкции нарезка кротовин или щелей осуществляется в направлении, перпендикулярном направлению господствующего ветра, с сообщением их полостей с дневной поверхностью поля каналами, каналы выполняются наклонными, с выходом на поверхность поля за пределами почвенного валика, образующегося при прорезании корневой системы растений рабочим органом кротователя или щелереза.

Разработанное устройство работает следующим образом. При движении по полю рабочим органом 1 щелереза прорезаются щели 11, при этом образуется почвенный валик 12. Одновременно с этим штифты прокалывают почву и соединяют полость щелей 11 вертикальными отверстиями 13 с дневной поверхностью поля, причем из-за острого угла наклона плоскостей вращения штифтовальных дисков 5, а следовательно, и штифтов 6 к плоскости, проходящей через продольную и вертикальную оси рабочего органа щелереза, выходы 14 каналов 13 и дневная поверхность поля осуществляются за пределами почвенного валика 12.

Закрепление штифтов 6 на штифтовальных дисках 5 посредством шарниров позволяет прокалывать каналы 13 без изгибающих нагрузок на штифты 6, что также способствует минимальному повреждению растений вследствие прокола их только в осевом направлении штифтов 6.

При вращении штифтовальных дисков 5 ограничители угла поворота 8 штифтов 6 переводят штифты 6 в рабочее состояние и обеспечивают оптимальный угол вхождения их в почву.

Прикатывающий каток 3 частично сминает и выравнивает почвенный валик, перекрывает верх щели 11 и формирует ее свод. Кроме того, прикатывающий каток 3 уплотняет почву вокруг штифтов 6 в момент прокалывания ими каналов 13, чем повышает устойчивость этих каналов 13.

«Оси вращения 10 штифтовальных дисков 5 расположены в вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения 9 прикатывающего катка 3 так, что плоскости, в которых вращаются штифтовальные диски, 5 расположены симметрично плоскости, проходящей через продольную и вертикальную оси рабочего органа щелереза, то есть оси вращения 10 и 9 штифтовальных дисков 5 и прикатывающего катка 3 расположены в одной вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости, проходящей через продольную и вертикальную оси рабочего органа 1 щелереза». Это обеспечивает максимальное давление на почву (и уплотнение ее вокруг штифтов 6) от прикатывающего катка 3 в момент времени, соответствующий максимальному погружению штифтов 6 в почву, чем предотвращается разрушение каналов 13. «Штифтовальные диски 5 расположены симметрично относительно плоскости, проходящей через продольную и вертикальную оси рабочего органа 1 щелереза», что обеспечивает работу агрегата без поперечных нагрузок.

Рекомендуется следующая технология производства работ с предлагаемым устройством.

На поле, поперек господствующего направления ветра, предлагаемым устройством нарезаются щели 11. Штифты 6 устройства соединяют их полости с дневной поверхностью поля за пределами почвенного валика 12, образующегося при прорезании корневой системы растений рабочим органом 1 кротователя или щелереза. Щели 11 прорезают с минимальной глубиной, обеспечивающей их устойчивость (30–60 см).

«Наиболее эффективно способ осуществляется тогда, когда щели 11 нарезают с уклоном из зоны избыточного полива к зоне недостаточного полива». Кроме выполнения щелей с переменной глубиной, для этой цели можно «использовать рельеф поля – необходимо стремиться к выполнению щелей 13 под углом к горизонталям. Этот угол должен быть минимальным, так как данный способ является также эффективным мероприятием для перехвата поверхностного и внутрипочвенного стока, возникающего вследствие выпадения осадков и весеннего снеготаяния» [3].

При выпадении осадков, превышающих впитывающую способность, образуется «поверхностный сток, который перехватывается выходами 14 каналов 13 и по ним поступает в щели 11.

Протекая по щелям 11, избыток поливной жидкости перераспределяется по площади поля и впитывается в почву».

Повышение равномерности увлажнения почвы и распределения биогенных элементов по площади поля способствует увеличению урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Особенно эффективен данный способ обработки по трассам поглощающих дрен. Это связано с тем, что со временем засыпка траншеи поглощающей дрены уплотняется и ее водопримная способность снижается, что в конечном счете затрудняет нормальную работу всей системы.

Анализ изменения интенсивности прерывистого дождевания во времени показал, что интенсивность дождевальных устройств, которые применяются в производственных условиях, колеблется в пределах 0,25–0,32 мм/мин. При такой интенсивности, согласно опытным данным, продолжительность полива без стока колеблется от 22 мин. на необработанных участках до 70 мин на поливаемых

вариантах. За такое время выдать требуемую поливную норму без появления стока затруднительно, а порой просто невозможно.

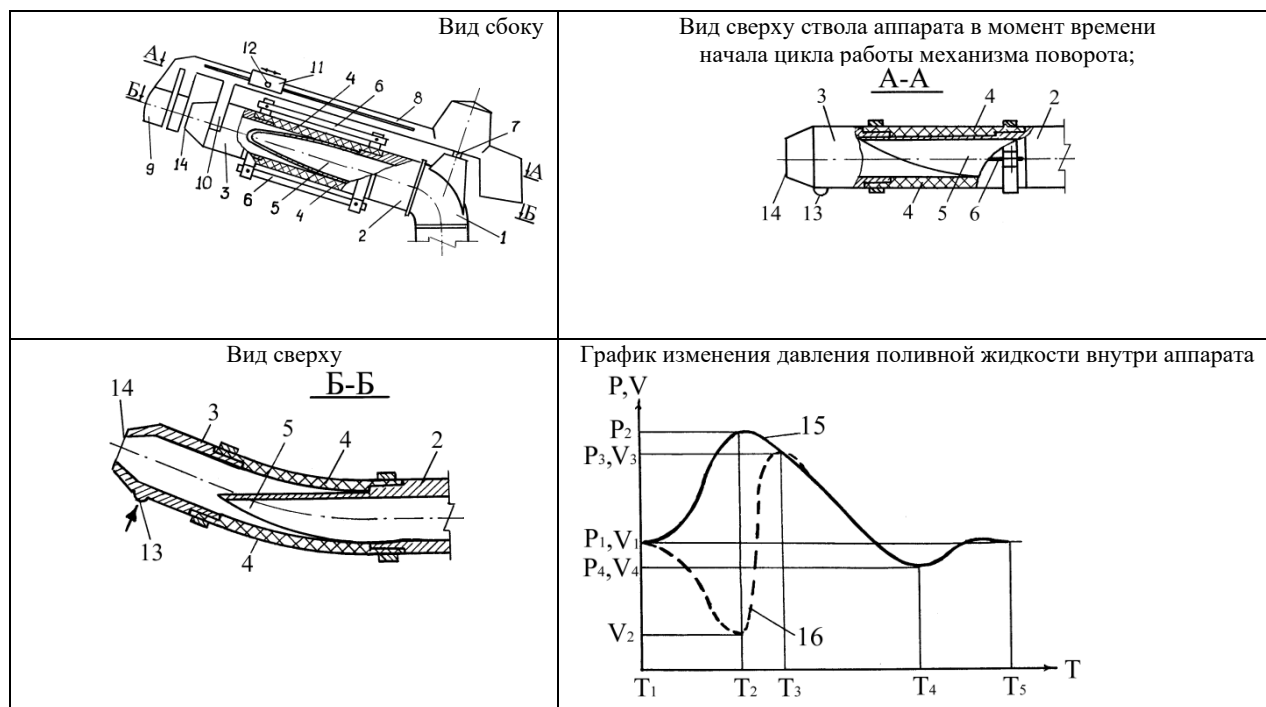


Рис. 3. Принципиальная схема дождевального аппарата [6]:

1– корпус; 2– входная часть ствола; 3– выходная часть ствола; 4– втулка; 5– дросселирующее устройство; 6– элементы жесткости; 7– ось; 8 – коромысло; 9 – лопатка; 10– упорный кронштейн; 11– регулировочный груз; 12 – винт фиксации;

13– упор; 14 – сопло; 15 – график изменения входного давления P поливной жидкости (перед дросселирующим устройством); 16 – график изменения выходного давления V поливной жидкости (на входе в сопло 14 аппарата); T_2 , P_2 и V_2 – момент времени, соответствующий максимальному изгибу втулки из упругого материала (началу движения реактивной лопатки 9 на выход из струи поливной жидкости) и соответствующие ему значения входного и выходного давления; T_3 , P_3 и V_3 – момент времени, соответствующий окончанию выпрямления втулки 4 из упругого материала (реактивная лопатка вышла из струи поливной жидкости) и соответствующие ему значения входного и выходного давления; T_4 – момент времени, соответствующий минимальному значению входного P_4 и выходного V_4 давления при неработающем дросселирующем устройстве 5; T_5 – момент времени окончания цикла работы механизма поворота аппарата

Данное обстоятельство указывает на то, что наряду с проведением агрометеорологических мероприятий требуется совершенствование и самих дождевальных устройств. Поэтому проведенные исследования по изучению качества дождевания позволили выработать направление совершенствования дождевальных устройств, и нами в соавторстве с В. И. Желязко и др. была разработана конструкция дождевального аппарата, которая может быть использована в дождевальных машинах (рис. 3).

При разработке аппарата решалась задача –повышение равномерности полива и увеличение его площади с одной позиции работы дождевального аппарата.

Поставленная задача решается тем, что у дождевального аппарата, включающего механизм поворота в виде коромысла с реактивной лопаткой, ствол аппарата выполнен из двух частей, соединенных втулкой из упругого материала, причем на одной из частей ствола закреплено дросселирующее устройство, расположенное во втулке из упругого материала и имеющее форму пустотелого усеченного цилиндра или конуса. Кроме того, обе части ствола аппарата дополнительно соединены элементом жесткости, выполненным, например, в виде двух плоских пружин, установленных вдоль верхней и нижней образующих ствола аппарата.

Дождевальный аппарат состоит из корпуса 1, входной 2 и выходной 3 частей ствола, соединенных втулкой 4 из упругого материала. «На одной из частей ствола, например входной, жестко закреплено дросселирующее устройство 5. Части 2 и 3 ствола дополнительно соединены элементом жесткости 6, выполненным, как это показано на рис. 3, в виде двух плоских пружин (возможна также установка одной цилиндрической пружины). На оси 7 установлено коромысло 8 механизма поворота с реактивной лопаткой 9 и упорным кронштейном 10. На коромысле 8 закреплен регулировочный груз 11». с возможностью перемещения его вдоль коромысла 8 с последующей фиксацией винтом 12. На выходной части 3 ствола закреплен упор 13 и сопло 14.

Аппарат работает следующим образом. В момент времени T_1 коромысло 8 движется под действием возвратной пружины (не показана). Реактивная лопатка 9 начинает входить в струю поливной жидкости. Входное P_1 и выходное V_1 давление близко по значению к исходному давлению в подво-

дящем трубопроводе. В промежуток времени $T_1 - T_2$ реактивная лопатка 9 входит в струю поливной жидкости, упорный кронштейн 10 надавливает на упор 13 и начинается поворот аппарата, а также изгиб втулки 4 из упругого материала. При этом дросселирующее устройство 5 частично перекрывает полость ствола аппарата, создавая значительные гидравлические сопротивления. Выходное давление и расход аппарата резко снижаются. Происходит полив с максимальной интенсивностью дождя вблизи аппарата. В то же время из-за торможения потока жидкости возрастает входное давление (гидравлический удар).

Под действием силы реакции искривленной струи поливной жидкости реактивная лопатка 9 начинает двигаться в обратном направлении – на выход из струи. Втулка 4 из упругого материала выпрямляется. Этому способствует также элемент жесткости 6. К моменту времени T_3 ствол аппарата полностью выпрямляется, дросселирующее устройство 5 отключено, входное давление P_3 близко по значению к выходному V_3 . Происходит полив при повышенном давлении. В дальнейшем входное и выходное давление падает и к какому-то моменту времени T_4 снижается до минимальной величины, а затем возвращается к исходному давлению (момент времени T_5). Цикл повторяется.

Известно, что дальность полета струи у дождевального аппарата значительно зависит от выходного давления. Таким образом, предлагаемая конструкция, осуществляя полив с переменным давлением, существенно повышает равномерность распределения поливной жидкости по радиусу полива, а также увеличивает его, так как некоторый промежуток времени полив осуществляется с давлением выше исходного давления в подводящем трубопроводе.

Настройка аппарата осуществляется изменением жесткости возвратной пружины механизма поворота, а также перемещением регулировочного груза 11 вдоль коромысла 8, чем изменяется его момент инерции. Таким образом, можно регулировать амплитуду и фазу колебаний давления поливной жидкости в аппарате.

Дросселирующее устройство 5 может быть закреплено и на выходной части 3 ствола аппарата. При этом потребуются значительно меньше усилия на искривление втулки 4 из упругого материала. Но такая конструкция может работать только с чистой поливной жидкостью, в то время как в аппарате, изображенном на фиг. 1, 2 и 3, может применяться и загрязненная, например животноводческие стоки, так как пульсации давления способствуют самопромывке аппарата.

Колебания давления в подводящем трубопроводе будут гаситься за счет несинхронности работы группы аппаратов, а при необходимости могут быть и сглажены специальными гасителями.

Заключение

С учетом изложенного необходимо отметить, что для повышения экологической безопасности специализированной мелиоративной системы необходимо постоянное совершенствование способов внесения животноводческих стоков. Применение поглощающего дренажа в сочетании с агромелиоративными мероприятиями позволяет повысить качество дождевания за счет увеличения в 1,5–2,0 раза продолжительности дождевания без образования поверхностного стока, расширения диапазона допустимой интенсивности дождевания от 0,62 до 0,10 мм/мин. Кроме того, необходимо проводить специальную мелиоративную обработку поверхности почвы, что обеспечит качественное дождевание без образования луж и поверхностного стока, а для повышения равномерности распределения стоков по площади необходимо совершенствовать конструкции дождевальных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анженков, А. С. Пути повышения качества дождя, получаемого струйными дождевальными аппаратами / А. С. Анженков // Влияние природных и антропогенных факторов на социосистемы: межрегиональный сборник научных трудов, посвященный 40-летию медико-профилактического факультета; под редакцией А. А. Ляпкало. – Рязань: ОГУП «Рязоблтипография», 2002. – С. 90–93.
2. Голченко, М. Г. Способы повышения экологической безопасности утилизации стоков животноводческих комплексов / М. Г. Голченко, В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко // Современные проблемы изучения использования и охраны природных комплексов Полесья: тезисы докладов международной конференции, 22–25 сентября 1998 г. – Минск: БелСЭНС, 1998. – С. 161.
3. Желязко, В. И. Использование бесподстильного навоза на мелиорируемых агроландшафтах Нечерноземья: монография / В. И. Желязко, П. Ф. Тиво, Ю. А. Мажайский. – Рязань: Мещерский филиал Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова, 2006. – 304 с.
4. Желязко, В. И. Повышение качества полива дождевальными аппаратами / В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сборник научных трудов; под общей редакцией Ю. А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ, 2004. – С. 138–144.
5. Желязко, В. И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов / В. И. Желязко. – Горки, 2003. – 168 с.
6. Копытовский, В. В. Повышение качества дождевания при использовании животноводческих стоков / В. В. Копытовский // Вестник БГСХА. – 2014. – № 1. – С. 159–162.

ВЛИЯНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ НА ПРИБАВКУ УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В. И. ЖЕЛЯЗКО, С. В. НАБЗДОРОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: Nabzdorov@mail.ru

(Поступила в редакцию 31.03.2025)

В статье представлены результаты по изучению продуктивности сахарной свеклы при разных режимах орошения в восточной части Могилевской области Беларуси. Одной из целей исследований является обоснование оптимальных режимов орошения, обеспечивающих стабильно высокую урожайность сахарной свеклы в условиях востока Беларуси. Известно, что одним из факторов повышения урожайности сахарной свеклы является регулирование количества влаги в почве. Полевые опыты по орошению сахарной свеклы проводились в 2017–2019 гг. на опытном поле «Тушиково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в Горецком районе Могилевской области. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м. Велось наблюдение за поддержанием влажности почвы в границах 60 %НВ, 70 %НВ, 80 %НВ. В результате проведенных исследований в 2017–2019 гг. были получены следующие оросительные нормы: 750 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ, 600 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ и 300 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования 60 % НВ. Оросительная норма влияет на урожайность сахарной свеклы. Без орошения сельскохозяйственные культуры не могут формировать максимальные урожаи в конкретных почвенных и погодных условиях. Результаты полевых исследований позволили установить зависимости урожайности сахарной свеклы от уровня водообеспеченности. Определена связь урожайности сахарной свеклы и оросительной нормы и определен коэффициент урожайности сахарной свеклы, который выражает относительную прибавку урожайности от орошения. Получена величина оросительной нормы, по которой можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свеклы от орошения. Найдена зависимость по определению абсолютной прибавки к урожайности. По полученному уравнению можно прогнозировать прибавку урожайности от оросительной нормы для получения определённой прибавки урожайности.

Ключевые слова: урожайность, сахарная свекла, водообеспеченность, оросительной нормы.

The article presents the results of studying the productivity of sugar beet under different irrigation regimes in the eastern part of the Mogilev region of Belarus. One of the goals of the research is to substantiate the optimal irrigation regimes that ensure a consistently high yield of sugar beet in the conditions of the east of Belarus. It is known that one of the factors for increasing the yield of sugar beet is the regulation of the amount of moisture in the soil. Field experiments on sugar beet irrigation were carried out in 2017–2019 on the Tushkovo experimental field of the Belarusian State Agricultural Academy, located in the Gorki district of the Mogilev region. The soil is sod-podzolic light loamy, developing on light silty loess-like loam, underlain by moraine loam from a depth of about 1 m. Observation was carried out to maintain soil moisture within the limits of 60% lowest moisture capacity (LMC), 70 % LMC, 80 % LMC. As a result of the research conducted in 2017–2019, the following irrigation rates were obtained: 750 m³/ha for the variant with the lower limit of soil moisture regulation of 80 % LMC, 600 m³/ha for the variant with the lower limit of regulation of 70 % LMC, and 300 m³/ha for the variant with the lower limit of regulation of 60 % LMC. The irrigation rate affects the yield of sugar beet. Without irrigation, agricultural crops cannot form maximum yields in specific soil and weather conditions. The results of field studies made it possible to establish the dependence of sugar beet yield on the level of water availability. The relationship between sugar beet yield and the irrigation rate was determined, and the sugar beet yield coefficient was determined, which expresses the relative increase in yield from irrigation. The value of the irrigation rate is obtained, by which it is possible to predict the increase in sugar beet yield from irrigation. The dependence for determining the absolute increase in yield is found. According to the obtained equation, it is possible to predict the increase in yield from the irrigation rate to obtain a certain increase in yield.

Key words: yield, sugar beet, water supply, irrigation rate.

Введение

Анализ условий естественного увлажнения минеральных почв на территории Беларуси свидетельствует о том, что вследствие невысокой влагоемкости преобладающей части минеральных почв при многообразии рельефа значительная часть осадков может расходоваться непроизводительно (на поверхностный и внутрисочвенный сток), поэтому почти ежегодно в сухие периоды во второй половине вегетации культурные растения испытывают недостаток влаги, особенно на повышенных элементах рельефа и почвах легкого гранулометрического состава [1, 2].

Исследования И. А. Аbugашева показали, что очень важное значения при управлении поливом имеет точность расчета режима орошения. Им установлено, что рациональная организация поливов на базе расчетного режима орошения способствует повышению урожайности на 6 т/га и экономии воды на 10–12 % по сравнению с поливом без контроля динамики почвенных влагозапасов [3].

Прогнозированием урожайности сахарной свеклы на орошаемых землях занимались В. П. Кириченко и С. Д. Лысогоров. Они отмечали, что эффективный прогноз урожайности сахарной свеклы зависит от всего комплекса гидрометеорологических условий. Исследования показали, что условия

года могут изменить урожайность в диапазоне 17,3 %. Поэтому урожайность сахарной свеклы в отдельные годы будет отклоняться в ту или иную сторону от прогнозируемой до 10 % [4].

По результатам подобных исследований с целью снижения ошибки прогноза урожайности сахарной свеклы в южных районах Российской Федерации предложено учитывать водообеспеченность культуры через оросительную норму, поскольку было установлено, что прибавка урожайности в наибольшей степени зависит от нормы орошения в интервале от 1000 до 2000 м³/га [5].

Вместе с тем полевые опыты по возделыванию сахарной свеклы в условиях орошения показали, что режим поливов культуры должен увязываться с водоудерживающей способностью почвы, с биологическими особенностями растений и текущими метеоусловиями, от которых зависят водопотребление орошаемого поля и оросительная норма. Очевидно, что и в Беларуси именно от этих факторов будет зависеть эффективность искусственного увлажнения (орошения) сахарной свеклы.

Целью исследований являлась оценка естественной (природной) влагообеспеченности сахарной свеклы и обоснование оптимальных режимов орошения культуры, обеспечивающих высокую и стабильную урожайность в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Полевые опыты с орошением сахарной свеклы в Республике Беларусь проведены нами в Горецком районе Могилевской области в 2017–2019 годы по следующей схеме: [6].

Вариант 1 – без орошения (контроль);

Вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 %НВ;

Вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 %НВ;

Вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 %НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность 4-кратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет от 52 до 64 м². Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальная машины и составляет 10 м.

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

При анализе геологического разреза опытного участка можно сделать вывод, что он отвечает всем требованиям для возделывания сахарной свеклы.

Эти почвы наиболее пригодны для сахарной свеклы (суглинистые почвы), в целом по республике на них размещается около 37 % пашни. Больше всего их в Витебской, Могилевской и Минской областях, очень мало в Брестской (8,7 %). Основная же площадь пахотных земель республики, включая основные зоны свеклосеяния Брестской и Гродненской областей, расположена на песчаных и супесчаных почвах [1, 3].

Полученные в опытах результаты подтвердили экономическую эффективность орошения данной культуры при ее возделывании на среднесуглинистых почвах в восточной части Беларуси и позволили установить зависимость урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности. Другими словами, оросительная норма оказывала влияние на урожайность сахарной свёклы.

Проведенные исследования показали, что урожайность и оросительная норма существенно изменялись по годам в зависимости от погодных условий. В табл. 1 показаны результаты измерения урожайности сахарной свёклы и оросительной нормы. При этом оросительные нормы представлены в относительных величинах через нижний предполивной порог влажности почвы, что позволит после установления закономерностей использовать их для количественной оценки в различных погодных условиях.

Для планирования урожайности необходимо исключить из расчётов некоторое влияние на показатели урожайности варианта без орошения по другим вариантам опыта (табл. 1) [7, 8, 9]. Это даёт возможность прогнозировать урожайность в зависимости от уровня влагообеспеченности.

Таблица 1. Связь урожайности сахарной свеклы при различной дозе удобрений и оросительной нормы (2017–2019 гг.)

Нижний предполивной порог в долях единицы от НВ	Урожайность, т/га			Прибавка урожайности т/га ($Y_i - Y_k$)		
	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀
0,8	94,1	102,2	108,6	32,6	33,6	31,1
0,7	102,6	110,9	117,1	41,1	42,3	39,6
0,6	72,7	84	88,3	11,2	15,4	10,8
Контроль	61,5	68,6	77,5	–	–	–

За показатель урожайности принимаем коэффициент относительной прибавки урожайности, используя следующее выражение:

$$K_y = (Y_i - Y_k) / (Y_{\max} - Y_k) \quad (1)$$

где K_y – коэффициент относительной прибавки урожайности; Y_i – урожайность при орошении на вариантах (60 % НВ, 70 % НВ и 80 % НВ), т/га; $Y_{\max}$ – максимальная урожайность в варианте при нижнем регулировании 70 % НВ, т/га; Y_k – урожайность на контроле (без орошения), т/га.

Таблица 2. Коэффициент относительной прибавки урожайности, рассчитанный по формуле (1)

Варианты предположительного порога влажности в долях единицы НВ	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	Средний
0,80	0,79	0,79	0,79	0,79
0,70	1,00	1,00	1,00	1,00
0,60	0,27	0,36	0,27	0,30

На основании полученных данных (табл. 2) получена графическая интерпретация относительной прибавки урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности (рис. 1).

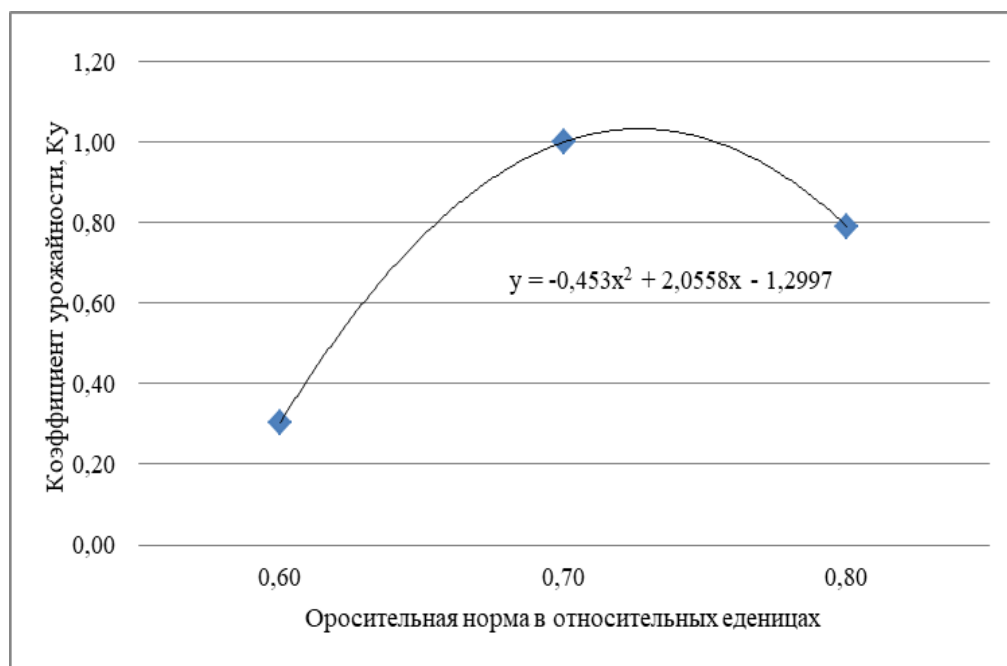


Рис. 1. Зависимость относительной прибавки урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности

Коэффициенты урожайности для интервала изменения уровня влагообеспеченности от 0,6 до 0,8 (интервал значимого увлажнения) определяются по зависимости:

$$K_y = -0,453x^2 + 2,0558x - 1,2997 \quad (2)$$

Используя выражение коэффициента влагообеспеченности (2), можно прогнозировать урожайность сахарной свёклы по следующей зависимости:

$$Y_{\text{рас}} = Y_k + (Y_{\max} - Y_k) * K_{yi} \quad (3)$$

где K_{yi} – коэффициент урожайности для i -ой влагообеспеченности.

Выполненные расчеты по уравнениям (2) и (3) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Значения показателей урожайности в зависимости от уровня влагообеспеченности

K_k	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
K_y	0,303	0,765	0,999	1,009	0,791	0,346
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	74,0	92,9	102,6	103,0	94,0	75,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	81,4	100,9	110,9	111,3	102,0	83,3
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	89,5	107,8	117,1	117,4	108,8	91,2

K_v – оросительная норма в относительных единицах (величинах), то есть 0,6; 0,7; 0,8 (согласно схеме опытов и расчётной норме полива).

Как видим из табл. 3, значение урожайности для 60 % НВ, 70 % НВ и 80 % НВ, совпадают со значениями в табл. 2.

Коэффициент урожайности выражает относительную прибавку урожайности от орошения.

Абсолютная прибавка урожайности от норм орошения представлена в табл. 4 [10].

Таблица 4. Прибавка урожайности сахарной свёклы в зависимости от величины нормы орошения

Варианты предполивного порога влажности в долях единицы НВ	Оросительная норма м ³ /га	Прибавка урожая, т/га			Средняя прибавка урожая, т/га
		N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	
0,6	300	11,2	15,4	10,8	12,47
0,7	600	41,1	42,3	39,6	41,00
0,8	750	32,6	33,6	31,1	32,43

По данным табл. 3 построен график зависимости абсолютной прибавки урожайности от норм орошения (рис. 2), полученная зависимость связи прибавки урожайности и оросительной нормы.

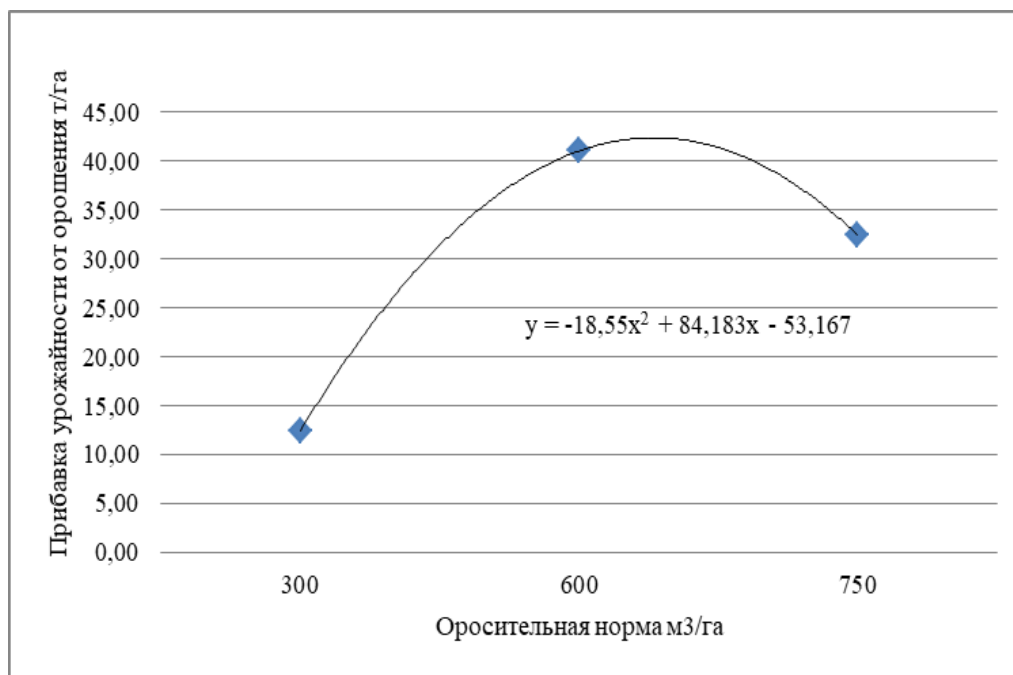


Рис. 2. Зависимость абсолютной прибавки урожайности от оросительной нормы

Абсолютная прибавка урожайности (АП) аппроксимируется функцией:

$$АП = -18,55x^2 + 84,183x - 53,167 \quad (4)$$

С использованием выражения (4) определены прибавки урожайности для интервала изменения оросительной нормы от 300 до 800 м³/га и расчеты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Прибавка урожайности в зависимости от оросительной нормы

Оросительная норма м ³ /га	300	400	500	600	700	800
Прибавка урожая, т/га	12,47	26,10	35,61	41,00	42,27	39,41

Зная величину оросительной нормы, по уравнению (4) можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свёклы от орошения.

Заключение

Таким образом, необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов зависят от погоды и текущей потребности посевов сахарной свёклы в воде. При этом необходимо отметить, что эта сельскохозяйственная культура реагирует как на недостаточную, так и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого в зависимости от температуры и испарения наблюдается недостаток влагозапасов, сопровождающийся снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % от полной влагоемкости. На лессовых почвах урожайность снижается, когда длительное время почвенные влагозапасы поддерживаются выше 65 % полной влагоемкости (недостаток кислорода в корневой зоне).

Используя полученные закономерности, можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свеклы от оросительной нормы, возделываемой с применением орошения на суглинистых почвах в восточной части Республики Беларусь. Это позволит сделать прогнозирование получения прибавки урожайности сахарной свеклы более достоверным. Однако распространение данного подхода прогнозирования прибавки урожая сахарной свеклы на другие регионы потребует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рынки продуктов и сельскохозяйственного сырья / под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси, 2004. – 320 с.
2. Пироговская, Г. В. Поступление, потери элементов питания растений в системе «атмосферные осадки – почва – удобрение – растение» / Г. В. Пироговская. – Минск: Беларус. наука, 2018. – 227 с.
3. Абугашев, И. А. Орошаемое поле Казахстана / И. А. Абугашев // Сахарная свёкла. – 1985. – № 5. – С. 16–18.
4. Лысогоров, С. Д. Прогнозирование урожайности на орошаемых землях Украины / С. Д. Лысогоров, В. П. Кириченко // Сахарная свёкла. – 1987. – № 12. – С. 18–22.
5. Яковенко, Е. А. Режим орошения и водопотребление сахарной свёклы в Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Е. А. Яковенко. – Новочеркасск, 2007. – 23 с.
6. Набздорov, С. В. Опыт возделывания сахарной свеклы при орошении в условиях Республики Беларусь / С. В. Набздорov // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: материалы Международная науч.-практ. конференция. – Рязань: изд-во Рязанского агротехнологического института, 2019. – С. 550–556.
7. Набздорov, С. В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздорov // Мелиорация. – 2019. – № 4 (90). – С. 66–73.
8. Набздорov, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси / С. В. Набздорov // Вест. БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 140–144.
9. Набздорov, С. В. Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздорov // Мелиорация. – Минск, 2020. – № 2 (92). – С. 48–57.
10. Набздорov, С. В. Зависимость динамики роста корнеплодов сахарной свеклы от удобрительного фона и орошения / С. В. Набздорov // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 28–32.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ ОВОЩЕЙ В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА

А. А. КОНСТАНТИНОВ, В. М. ЛУКАШЕВИЧ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kanstantsina@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.04.2025)

Одной из основных задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы является укрепление продовольственной безопасности и независимости Республики Беларусь с выходом на оптимальные параметры продовольственного снабжения населения. Решение поставленной задачи позволит увеличить производство овощей к концу 2025 года в объеме 1,9 млн. тонн в хозяйствах всех категорий, с получением средней урожайности 335 ц/га, а площадь посева овощей в открытом грунте увеличить до 14,8 тыс. га.

В свою очередь, природно-климатические условия Республики Беларусь характеризуются неравномерным распределением атмосферных осадков в течение вегетации, что является не приемлемым фактором при возделывании овощных культур, исключить который можно путем проведения мелиоративных мероприятий. Наиболее подходящим и мало изученным, на территории Республики Беларусь, для возделывания овощных культур в открытом грунте является капельный полив.

В статье представлены результаты полевых опытов по регулированию водного режима дерново-подзолистых суглинистых почв при капельном поливе в условиях северо-восточной зоны Беларуси. Установлено, что капельный полив овощей на дерново-подзолистых суглинистых почвах обеспечивает прибавку урожайности, при поддержании влажности почвы в слое 0–30 см в течение всего периода вегетации в пределах 80–100 % НВ, по сравнению с естественным увлажнением: лук – 28,66 т/га (179,8 %), редис (осенний посев) – 13,7 т/га (65 %), салат – 6,6 т/га (217,3 %), редис (осенний посев) – 10,8 т/га (60,7 %).

Ключевые слова: водный режим, капельный полив, овощные культуры, урожайность, дерново-подзолистые суглинистые почвы, естественное увлажнение.

One of the main objectives of the State Program "Agricultural Business" for 2021–2025 is to strengthen food security and independence of the Republic of Belarus with the achievement of optimal parameters of food supply to the population. The solution of this problem will increase vegetable production by the end of 2025 in the amount of 1.9 million tons in farms of all categories, with an average yield of 33.5 t/ha, and increase the area of sowing vegetables in open ground to 14.8 thousand hectares. In turn, the natural and climatic conditions of the Republic of Belarus are characterized by uneven distribution of precipitation during the growing season, which is an unacceptable factor in the cultivation of vegetable crops, which can be eliminated by carrying out reclamation measures. The most suitable and little-studied, in the territory of the Republic of Belarus, for the cultivation of vegetable crops in open ground is drip irrigation. The article presents the results of field experiments on regulating the water regime of sod-podzolic loamy soils with drip irrigation in the conditions of the north-eastern zone of Belarus. It was found that drip irrigation of vegetables on sod-podzolic loamy soils provides an increase in yield, while maintaining soil moisture in the 0–30 cm layer during the entire growing season within 80–100 % of the lowest moisture capacity, compared to natural moisture: onion – 28.66 t / ha (179.8 %), radish (autumn sowing) – 13.7 t / ha (65 %), lettuce – 6.6 t / ha (217.3 %), radish (autumn sowing) – 10.8 t / ha (60.7 %).

Key words: water regime, drip irrigation, vegetable crops, yield, sod-podzolic loamy soils, natural moisture.

Введение

Укрепление продовольственной безопасности и независимости Республики Беларусь с выходом на оптимальные параметры продовольственного снабжения населения является одной из основных задач Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [1].

Развитие растениеводства в 2021–2025 годах предусматривается путем реализации направлений по внедрению зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, сохранению и повышению почвенного плодородия и рациональному использованию сельскохозяйственных земель, повышению эффективности защиты сельскохозяйственных культур за счет совершенствования технологии их возделывания обеспечивающих получение стабильных урожаев при разных погодно-климатических условиях, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства.

Данные направления позволят увеличить производство овощей к концу 2025 года в объеме 1,9 млн. тонн в хозяйствах всех категорий, с получением средней урожайности 335 ц/га, а площадь посева овощей в открытом грунте увеличить до 14,8 тыс. га [1].

В свою очередь, природно-климатические условия Республики Беларусь характеризуются неравномерным распределением атмосферных осадков в течение вегетации, что является неприемлемым фактором при возделывании овощных культур и предполагает необходимость регулирования водного режима. Этот недостаток можно исключить только путем проведения мелиоративных мероприятий [2–4].

Принимая во внимание тот факт, что дождевание, как один из способов орошения, может оказывать негативные воздействия на овощные культуры (развитие болезней, сокращение сроков хранения, замывание ранних всходов и т.д.), а также опираясь на вышеизложенные направления и учитывая опыт зарубежных ученых, было принято решение изучить наиболее подходящий и малоизученный на территории Республики Беларусь способ орошения – капельный полив [5].

Цель исследования – определить оптимальный водный режим дерново-подзолистых суглинистых почв для капельного полива в открытом грунте при возделывании овощных культур.

Основная часть

Полевые опыты были проведены на опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» Горецкого района Могилевской области в 2021–2023 гг. Основным источником формирования влагозапасов являются атмосферные осадки. Почвы дерново-подзолистые суглинистые. Водно-физические свойства почвы в слое 0...30 см в среднем характеризуются следующими показателями: плотность сложения – 1,44 г/см³, плотность твердой фазы – 2,66 г/см³, наименьшая влагоемкость – 23,04 % к массе сухой почвы. Наблюдения за метеорологическими показателями проводили непосредственно на опытном участке с помощью оборудованного метеорологического поста.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – капельный полив овощей при снижении предполивной влажности до уровня 80 % НВ; 2 – капельный полив овощей при снижении предполивной влажности до уровня 70 % НВ; 3 – капельный полив овощей при снижении предполивной влажности до уровня 60 % НВ; 4 – контроль (без орошения).

Верхним пределом оптимального увлажнения почвы принята наименьшая влагоемкость. Для исключения поступления воды с соседних делянок установлены защитные полосы шириной 2...4 м. Расположение делянок опытного участка увязывали со схемой капельного полива. Сроки полива устанавливали по мере снижения влажности почвы до нижнего предполивного предела в расчетном слое почвы. При этом влажность почвы определяли с интервалом 1...3 суток. За расчетный слой почвы принят слой 0...30 см.

Технология возделывания овощных культур в опыте общепринятая. Сорта овощных культур: лук – Дормо; салат – Локарно; редис – Селеста. Учет урожая орошаемых культур проводили методом отбора проб на корню. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием традиционных методик [6–8].

Наибольшая урожайность овощей за вегетационный период 2021 г. была получена в первом опытном варианте: лука – 44,67 т/га, редиса (весенний посев) – 36,56 т/га, салата – 7,96 т/га, редиса (осенний посев) – 14,2 т/га, что на 29,19 т/га (лук), 11,83 т/га (редис – весенний посев), 6,78 т/га (редис – осенний посев) больше, чем в контроле (15,48 т/га, 24,73 т/га, 7,42 т/га соответственно). За вегетационный период урожая салата на контрольном варианте получено не было, разница прибавки урожая не была получена.

Урожайность овощей за вегетационный период 2022 г. в вариантах с естественным увлажнением: для лука – 14,1 т/га, для редиса (весенний посев) – 15,3 т/га, это минимальное значение за три года исследований по этому варианту, для салата – 2,79 т/га, для редиса (осенний посев) – 23,7 т/га, максимальное значение за три года исследования по данному варианту. Прибавки урожайности за вегетацию в вариантах с искусственным увлажнением по сравнению с контролем были следующие: лук – в 1-м – 28,69 т/га, в 2-м – 24,66 т/га, в 3-м – 12,2 т/га, в 4-м – 2,24 т/га; редис (весенний посев) – в 1-м – 14,2 т/га, в 2-м – 1,45 т/га, в 3-м – 1,2 т/га; салат – в 1-м – 6,65 т/га, в 2-м – 1,17 т/га, в 3-м – 0,05 т/га; редис (осенний посев) – в 1-м – 10,97 т/га, в 2-м – 5,3 т/га, в 3-м – 1,5 т/га. В 3-м варианте салата (60 % НВ) прибавка урожайности практически отсутствовала, так как за вегетационный период, данный вариант поливов не потребовал.

В 2023 г. в вариантах с естественным увлажнением урожайность овощей составила: лук – 11,36 т/га, редис (весенний посев) – 23,17 т/га, салат – 3,45 т/га, редис (осенний посев) – 22,25 т/га. В этот год были отмечены максимальные прибавки урожайности, за весь период исследований, в варианте 1 у лука – 33,77 т/га, редиса (весенний посев) – 15,09 т/га, редиса (осенний посев) – 14,65 т/га.

В среднем за три года исследований прибавка урожайности овощей по сравнению с контролем составила: для лука – в 1-м – 30,95 т/га, в 2-м – 19,21 т/га, в 3-м – 8,68 т/га, в 4-м – 2,29 т/га; редис (весенний посев) – в 1-м – 13,7 т/га, в 2-м – 6,68 т/га, в 3-м – 1,33 т/га; салат – в 1-м – 6,6 т/га, в 2-м – 3,1 т/га, в 3-м – 1,69 т/га; редис (осенний посев) – в 1-м – 10,8 т/га, в 2-м – 5,53 т/га, в 3-м – 1,82 т/га.

На основании полученного экспериментального материала за 2021...2023 гг. установлена зависимость урожайности овощей от суммарного увлажнения, которая выражена графически (рис. 1, 2).

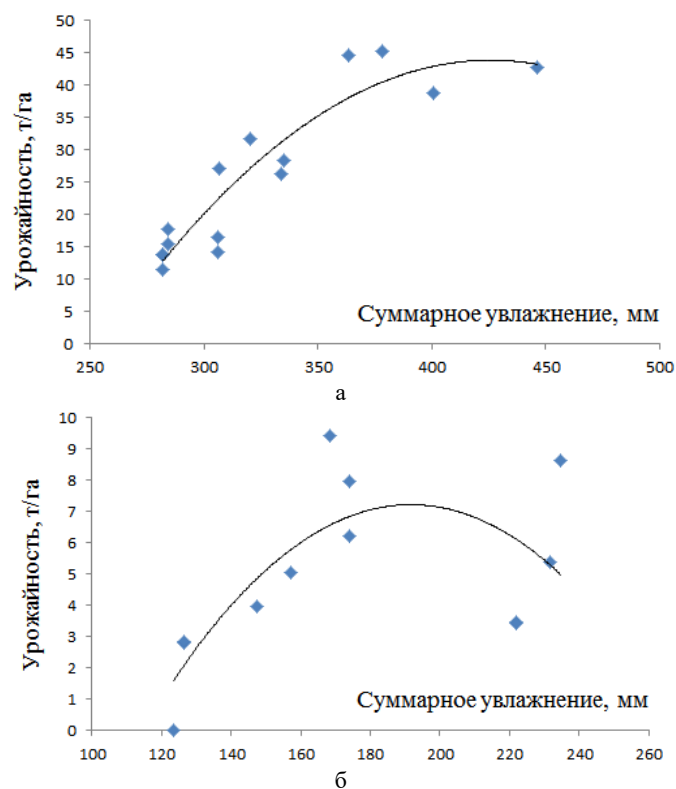


Рис. 1. Зависимость урожайности лука, салата от суммарного увлажнения (естественное увлажнение и оросительная норма) за 2021–2023 гг. Примечание: лук – а; салат – б.

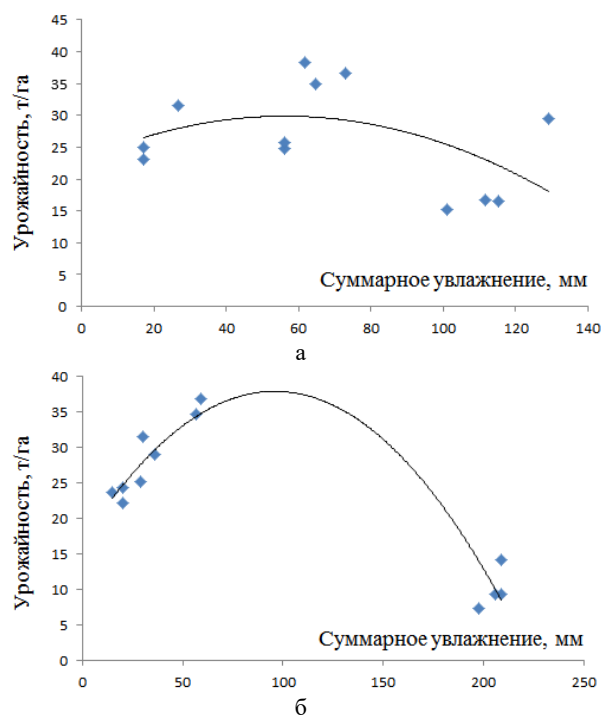


Рис. 2. Зависимость урожайности редиса от суммарного увлажнения (естественное увлажнение и оросительная норма) за 2021–2023 гг. Примечание: редис (весенний посев) – а; редис (осенний посев) – б.

Анализ статистических данных показывает на достаточно высокую зависимость урожайности от суммарного увлажнения. Пределы изменения суммарного увлажнения составили: для лука 282,14...446,09 мм, урожайность 11,36...45,13 т/га; для салата 123,4...234,72 мм, урожайность 0...9,44 т/га; редис (весенний посев) 26,65...129,24 мм, урожайность 15,3...38,26 т/га; редис (осенний посев) 14,9...208,86 мм, урожайность 7,42...36,9 т/га.

Также в результате проведенных исследований установлена зависимость прибавки урожайности овощей от оросительных норм, при использовании которой можно получить ориентировочную ожидаемую прибавку урожайности, применяя тот или иной режим капельного полива (рис. 3, 4).

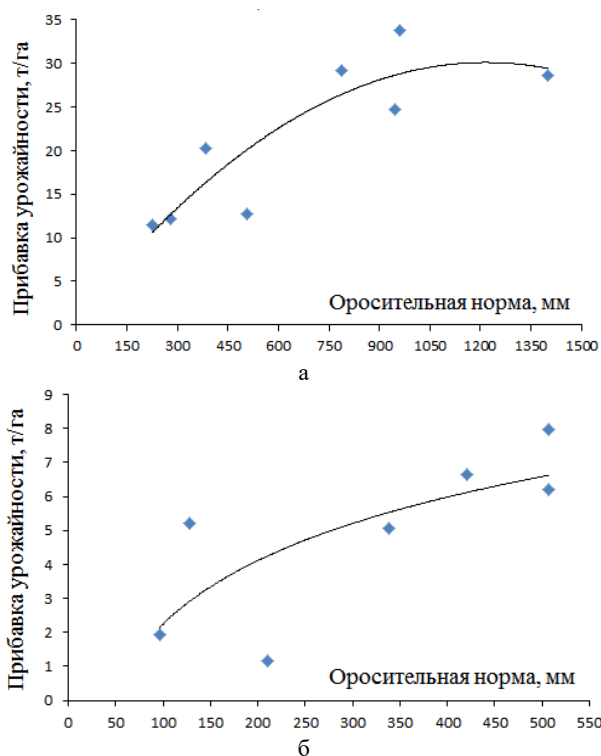


Рис. 3. Зависимость прибавки урожайности лука, салата от оросительных норм за 2021–2023 гг. Примечание: лук – а; салат – б

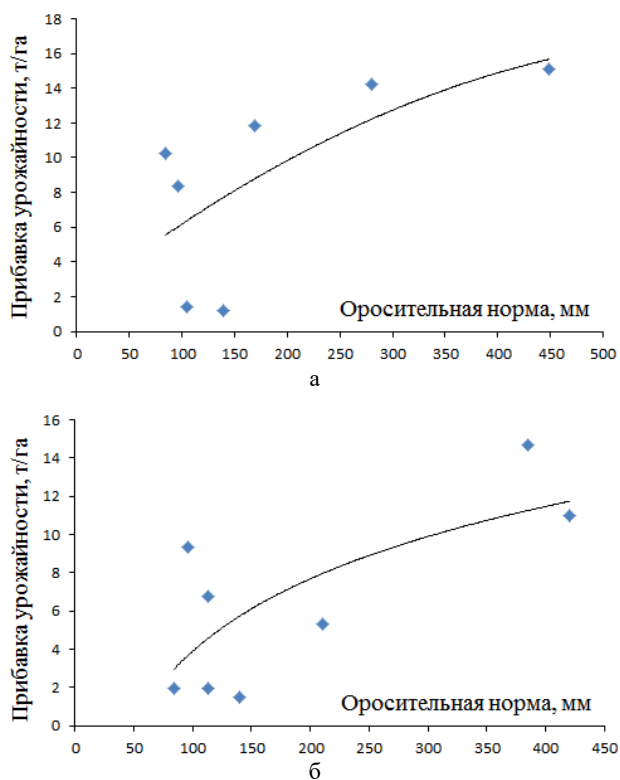


Рис. 4. Зависимость прибавки урожайности редиса от оросительных норм за 2021–2023 гг. Примечание: редис (весенний посев) – а; редис (осенний посев) – б

Кроме того, можно определить зависимость прибавки урожайности овощей от оросительных норм в годы конкретной обеспеченности, что может быть использовано при технико-экономическом обосновании капельного полива в конкретных проектах и природно-климатических условиях.

При возрастании оросительных норм наблюдается увеличение прибавки урожайности овощей. Допустимые пределы оросительных норм составляют: лук 225,2...1402,0 мм, прибавка урожайности – 11,52...33,77 т/га; салат 96,1...506,7 мм, прибавка урожайности – 1,17...7,96 т/га; редис (весенний посев) 84,4...448,7 мм, прибавка урожайности – 1,2...15,09 т/га; редис (осенний посев) 84,4...420,6 мм, прибавка урожайности – 1,5...14,65 т/га.

Заключение

Наблюдения за водным режимом почвы показали, что он определяется в первую очередь метеорологическими условиями года. Установлено, что даже в годы с нормальным и избыточным увлажнением из-за неравномерности выпадения осадков и распределения тепла требуется дополнительное увлажнение овощных культур.

Наиболее оптимальным водным режимом дерново-подзолистой суглинистой почвы (из принятых нами) при капельном поливе овощей в северо-восточной части Республики Беларусь является режим с нижним порогом влажности 80 % НВ. Данный водный режим обеспечивает прибавку урожайности по сравнению с естественным увлажнением: лука – 28,66 т/га (179,8 %), редиса (осенний посев) – 13,7 т/га (65 %), салата – 6,6 т/га (217,3 %), редиса (осенний посев) – 10,8 т/га (60,7 %).

В результате статической обработки полученных опытных данных найдены уравнения связи урожайности овощных культур с суммарным увлажнением, а также пределы их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. О государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by>. – Дата доступа: 10.02.2021.
2. О мелиорации земель [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 23 июля 2008 г., № 423-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by>. – Дата доступа: 17.07.2020.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 179 с.
4. Желязко, В. И. Научно-практические и экологические аспекты орошения земель в Беларуси / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Мелиорация и водное хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 36–41.
5. Латушкина Г. В. Эффективность орошения кормовых и овощных культур в условиях Беларуси / Г. В. Латушкина, В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Мелиорация. – 2021. – № 2 (96). – С. 37–41.
6. Бишоф, Э. А. Методические указания по статической обработке экспериментальных данных в мелиорации и почвоведении / Э. А. Бишоф, Г. С. Калмыков. – Л.: типография №6, 1977. – 270 с.
7. Опытное дело в полеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 176 с.
8. Ольгаренко И. В. Оценка экономической, энергетической и экологической эффективности режимов орошения сельскохозяйственных культур / И. В. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2010. – Вып. 43. – С. 181–185.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

УДК 631.174:001.891:001.63:001.9:631.95.091:09:045

НАУЧНАЯ ПЕРИОДИКА В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ

И. С. ПРОХОРОВ, И. И. ПРОХОРОВА

*АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве»,
г. Москва, Российская Федерация, 115419, e-mail: agrochem_herald@mail.ru*

Л. Н. ПИРУМОВА

*ФГБНУ «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»,
г. Москва, Российская Федерация, 107140*

(Поступила в редакцию 20.02.2025)

Представлена краткая информация об истории журнала «Агрохимический вестник» («Удобрение и Урожай», «Химизация социалистического земледелия», «Химия в сельском хозяйстве», «Химизация сельского хозяйства») с 1929 г. по настоящее время. В связи со 185-летним юбилеем Белорусской государственной сельскохозяйственной академии рассмотрены наиболее запоминающиеся работы ее сотрудников в XXI в., посвященные различным аспектам почвенно-агрохимических и агроэкологических исследований.

Ключевые слова: научный журнал, история, почвоведение, агрохимия, агроэкология.

Brief information about the history of the journal "Agrochemical Bulletin" ("Fertilizer and Harvest", "Chemicalization of Socialist Agriculture", "Chemistry in Agriculture", "Chemicalization of Agriculture") from 1929 to the present is presented. In connection with the 185th anniversary of the Belarusian State Agricultural Academy, the most memorable works of its employees in the 21st century, devoted to various aspects of soil-agrochemical and agroecological research, are considered.

Key words: scientific journal, history, soil science, agrochemistry, agroecology.

Журнал «Агрохимический вестник» является правопреемником журнала «Удобрение и Урожай», что подтверждено письмом НПО «Всесоюзная книжная палата» от 02.12.1992 № 0212, которое дает право редакции указывать на титульном листе издания формулировку «Основан в июне 1929 г.» [1]. Одним из инициаторов выхода в свет журнала, основанного Комитетом по химизации народного хозяйства СССР при СНК СССР и Научным Институтом по Удобрениям НТУ ВСНХ СССР, стал академик Д.Н. Прянишников. В первый редакционный совет входили: Э. В. Брицке – редактор, Л. Л. Балашев – зам. редактора, М. М. Вольф, С. И. Вольфович, Н. В. Гаврилов, А. А. Горяинов, П. И. Дубов, А. В. Казаков, Э. И. Квинтинг, В. П. Кочетков, А. Н. Лебедянцева, А. П. Левицкий, Д. Н. Прянишников, А. Н. Розанов, Г. Д. Угрюмов, А. И. Юлин. Первыми авторами вместе с членами редсовета были: В. И. Влодавец, Б. А. Скопинцев, Н. П. Ремезов, И. И. Траут, Ф. Т. Перитурин, Т. А. Рунов, В. М. Васильков, А. А. Чучупал, С. П. Лебедев, Н. В. Овчининский [1–14]. Тираж журнала первоначально составлял 2000 экз.

Будучи единственным органом, специально посвященным проблемам химизации земледелия, журнал «Удобрение и Урожай» из-за малого объема не мог достаточно полно освещать вопросы защиты растений, поэтому с мая 1932 г. отдел журнала «Химические средства борьбы с вредителями и болезнями растений» стал выпускать самостоятельное издание «На защиту социалистического урожая». Сегодня – это журнал «Защита и карантин растений», а журнал «Удобрение и урожай» в 1932 г. был переименован в «Химизацию социалистического земледелия» и стал органом Наркомзема СССР и Всесоюзного НИИ удобрений, агротехники и агропочвоведения им. К.К. Гедройца (ВИУАА) [1, 5, 6, 9–11]. В это время в состав редколлегии входили: К. К. Гедройц, О. К. Кедров-Зихман (отв. редактор), А. Н. Лебедянцева, Е. Е. Магарам, Я. П. Никулихин, С. С. Сигаркин, С. И. Теумин, А. Федяев, Н. В. Феоктистов. Авторами в это время помимо членов редколлегии были: М. М. Вольф, Л. Н. Барсуков, Е. В. Бобко, Д. А. Сабинин, В. С. Буткевич, М. А. Егоров, С. П. Молчанов, А. А. Ширшов.



Академик ВАСХНИЛ Э. В. Брицке, профессор М. К. Малин, академики ВАСХНИЛ Д. Н. Прянишников и С. И. Вольфович (1929 г.)

Именно в 1930 и 1931 гг. впервые в журнале в качестве автора научной статьи, а потом и реферата появляется имя Оскара Карловича Кедров-Зихмана. И первая его публикация, правда со звучавшей несколько по-иному фамилией, называлась «О значении примеси магния в известковых удобрениях» [15]. Вторая публикация вышла под названием «Известкование на новые рельсы». В ней академик писал, что «...особым вниманием в качестве источника органических вещества при известковании заслуживает торф и зеленые удобрения, травосеяние. При правильном известковании необходимо заботиться о том, чтобы почва не обеднела органическими веществами...». Подчеркивал, что известкование «...устраняет излишнюю кислотность почвы, в результате создаются более благоприятные условия для культурных сельскохозяйственных растений; усиливает накопление почвой азота, гумуса, улучшает структуру и физические свойства почвы...» [16].

В сдвоенном номере 3–4 в 1932 г. новая публикация Оскара Карловича «Состояние известкования и весенняя посевная кампания». Главный ее посыл – правильное проведение известкования, инструктаж, распространение литературы в колхозы и совхозы, активизация НИУ» [17].

В 1933 г. первая небольшая критика Константина Каэтановича Гедройца и дополнения к его работам в статье «Проблемы известкования в учении К. К. Гедройца».

В ней академик описал исследования природы солончаков и солонцов. Показал несостоятельность взглядов на происхождение этих почв и образование соды. Разработал систему их мелиорации путем гипсования и известкования, разработал учение о поглощающем почвенном комплексе, о возможности повысить производительность почвы, изменяя состав обменных катионов в зависимости от климата, характера почвы и главной культуры [18]. А уже в № 4 статья «Сравнительная оценка методов определения гидролитической кислотности». В ней сделаны выводы, что требуется модификация методов и методик. Указано на необходимость замещать метод Каппена другими более точными методами [19].

В 1934 г. совместная публикация супругов Кедров-Зихман под названием «Влияние состава поглощенных катионов на развитие ячменя и клевера». Сделан вывод, что состав поглощенных катионов ненасыщенных основаниями подзолистых почв может быть исправлен не только введением в него кальция, но и ряда других катионов: Mg, Na, K, Mn. Оптимальный состав для различных сельскохозяйственных растений неодинаков и может колебаться в широких пределах в зависимости от биологических свойств растений [20]. В последующем был еще ряд публикаций Оскара Карловича в нашем журнале в период уже его активной работы в Москве [21, 23, 25–28].

Журнал также публиковал официальные документы: «Об организации Всесоюзного института удобрений», «Об объединении Института удобрений и агропочвоведения», а также хронику и статьи – персоналии [22, 24]. Содержание журнала было продублировано на английском и немецком языках, тираж журнала составлял 1 875 экз., достигнув в 1938 г. – 9 660 экз.

В 1941 г. последним, вышедшим номером журнала, стал № 6 с тиражом 8 770 экз., так как началась Великая Отечественная Война. Среди его авторов были: В. В. Церлинг, В. В. Бернард, Е. Н. Мишустин, М. Г. Голик, О. М. Джумаев, Е. Ф. Березова, Л. В. Судакова, А. В. Соколов, Н. Н. Соколов, В. Н. Перегудов, Р. В. Витоль, П. И. Садовский, М. Бабаков.

В 1956 г. журнал был восстановлен под названием «Удобрение и Урожай» как ежемесячный научно-производственный журнал Минсельхоза СССР и Министерства совхозов СССР. Членами редколлегии журнала были: В. Е. Егоров (гл. ред.), П. А. Баранов, А. Ф. Кабанов, Н. П. Карпинский, О. К. Кедров-

Зихман, В. М. Клечковский, И. П. Мамченков, Я. В. Пейве, И. И. Самойлов, П. Г. Найдин, Н. Д. Смирнов, Ф. В. Турчин. В это время выходят статьи Кедров-Зихмана О. К. «Научные основы известкования почвы» и совместно с Алямовским Н. И. «О мероприятиях по известкованию кислых почв» и др. [29–33]. Начальный тираж 14 000 экз., который достиг 19 600 экз. в 1957 г.

В 1960 г. журнал «Удобрение и урожай» и серии массовой библиотечки обмена опытом в сельском хозяйстве («Зерновые и кормовые культуры», «Технические и масличные культуры») объединяют в качестве рубрики в ежемесячный журнал «Земледелие», в круг рассматриваемых вопросов которого вошло возделывание сельскохозяйственных культур, разработка севооборотов, а также теория и практика применения удобрений.

В 1963 г. Государственный комитет химической и нефтяной промышленности при Госплане СССР и Министерство сельского хозяйства СССР восстановили журнал под названием «Химия в сельском хозяйстве», который выходил в свет в Госхимиздате. Состав редколлегии: В.Н. Антонов (гл. ред.), Д. А. Катренко (зам. гл. ред.), С. В. Беньковский, К. А. Гар, И. И. Гунар, М. В. Катылов, Л. И. Королев, В. В. Краснушкин (зам. гл. ред.), Н. Н. Мельников (зам. гл. ред.), К. В. Новожилов, Б. Г. Овчаренко, П. В. Попов, А. В. Соколов, В. Г. Стативкин, Ф. В. Турчин, Г. А. Черемисинов (зам. гл. ред.), А. Ф. Шаров, Н. А. Шманенков, О. В. Яковлева. Тираж первого номера журнала составлял 1 200 экз., а в 1964 г. он достиг пика за все время издания – 63 000 экз.

В 1964 г. добавились рубрики «Новые препараты», «Обмен опытом», «В помощь лектору», «Библиография», а в 1965 г. – «Экономика», «Консультации» (вместо «В помощь лектору», которая в 1979 г. стала «Наши справки»).

В 1970 г. в № 5 опубликована первая работа Александра Арсеньевича Каликинского в соавторстве с Сергеем Митрофановичем Камасиным «Применение высоких норм азотных удобрений на сенокосах». Показано, что азотные удобрения способствуют увеличению в сене количества свободных аминокислот, в т.ч. незаменимых. При внесении N₂₀₀₋₃₀₀ количество аспарагиновой и глутаминовой кислот, гистидина, аргинина, аланина и серина возрастает в 2–3 раза. При внесении только фосфорно-калийного удобрения наблюдается резкое уменьшение в сене валина, лизина, лейцина и фенилаланина [34]. В этом же номере журнала также была опубликована статья сотрудников кафедры кормопроизводства Белорусской ГСХА (Виталий Георгиевич Стрелков и Вера Николаевна Азовцева) «Применение микроудобрений на семенниках лядвенца рогатого» [35].

Журнал откликается на ситуацию в стране, идет в ногу с современными условиями, открывая новые рубрики, которые могут быть интересны и полезны читателю, так в 1974 г. открылась рубрика «Охрана окружающей среды», а в 1975 г. – «Стандарты и качество». С 1976 г. рубрика «Минеральные удобрения» стала называться «Удобрения и мелиоранты», вместо рубрики «Хроника» появилась рубрика «Информация», а вместо «Библиографии» – «Рецензии». В рубрике «Библиография» публиковались рецензии на книги, списки новых книг и статей по вопросам химизации сельского хозяйства, опубликованных в других изданиях.

В 1984 г. появилась новая рубрика «На проектно-изыскательных станциях и в лабораториях». В 1985 г. журнал стал теоретическим и научно-производственным, формат журнала поменялся, стал А16. Поменялся и профиль журнала изменился, главным редактором стал кандидат с.-х. наук Николай Сидорович Беспятых. Его основными направлениями становятся: Служба химизации. Химические средства и местные удобрения в действии. Производственные технологии. Материально-техническая база. Научное и проектно-технологическое обеспечение работ. Экономика и организация труда. С заботой о природе. Охрана труда и техника безопасности. Методы исследований и контроля качества работ. Человек и его дело. В химической промышленности. Информация (о совещаниях, семинарах, выставках; зарубежный опыт; рецензии, короткие сообщения по узким вопросам; о новых книгах; предметный указатель статей за год).

В этом же 1985 г. совместная публикация А. А. Каликинского с Игорем Робертовичем Вильдфлушем, Валентиной Митрофановной Куруленко и Зоей (Софией) Федоровной Шекуновой «Применение суперфоса и двойного суперфосфата под ячмень на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Белоруссии». Внесение на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Белоруссии двойного суперфосфата и чилийского суперфоса под ячмень повышает его урожайность примерно в равной степени. Суперфос из кингисеппских фосфатов действует несколько слабее [36].

С 1986 г. на всех обложках черно-белые фото или картинки. Учредитель до 1986 г. – Министерство сельского хозяйства и Министерство по производству минеральных удобрений, министерство хими-

ческой промышленности, с 1986 г. – Государственный агропромышленный комитет СССР, Министерство по производству минеральных удобрений, Министерство химической промышленности. Публикуются материалы по совершенствованию агротехнического обеспечения урожая, агротехническое аспекты плодородия почв и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур.

В 1987 г. в № 10 очередная совместная публикация А. А. Каликинского с И. Р. Вильдфлушем, Галиной Ильиничной Мангутовой, Верой Михайловной Камовской «Ленточное внесение удобрений при возделывании кормовых культур». Ленточное внесение туков обеспечивает более рациональное и экономичное их расходование, а поскольку налаживается выпуск машин для ленточного внесения удобрений, то этот способ необходимо шире использовать под кормовые культуры при возделывании их по интенсивной технологии [37].

Осенью 1987 г. журнал «Химия в сельском хозяйстве» был передан ВО «Агропромиздат» и № 1 – 1988 получил название «Химизация сельского хозяйства», так как в издательстве был журнал «Защита растений», который по мнению дирекции тоже был о химии в сельском хозяйстве. Журнал полностью сменил свой облик и формат (его можно было положить в широкий карман), но не потерял своей важности. В состав редколлегии входили: Г. И. Алергант, И. Г. Важенин, Н. В. Войтович, А. И. Волков (зам. гл. ред.), Ю. А. Вяткин, Н. С. Беспятых (глав. ред.), В. С. Груздев, В. М. Габидуллин, Л. М. Державин, В. Ф. Кармышов, Ю. И. Касицкий, Д. А. Кореньков, А. И. Кушков, И. А. Мельник, А. И. Мигач, Э. Ф. Нейгебаур, П. Д. Попов, А. В. Постников, В. И. Сахненко, В. А. Светов, В. Г. Уточкин, В. В. Шувалов. Позднее членами редколлегии стали: И. М. Богдевич, В. Ф. Ладонин, А. И. Мячин, В. И. Панасин, И. Н. Чумаченко. Тираж составлял 11 000–13 000 экз.

В течение 1990 г. три публикации А. А. Каликинского с соавторами, среди которых появляется и Тамара Филипповна Персикова, ныне профессор, заведующая кафедрой агрохимии и почвоведения Белорусской ГСХА, а также член редакционной коллегии журнала «Агрохимический вестник» (с 2008 г.). Это работы совместно с И. Р. Вильдфлушем «Оптимальное содержание подвижного фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах» [38], Ольгой Николаевной Макасеевой, Лидией Алексеевной Касьяновой и Генрихом Михайловичем Третьяком «Дробное внесение азотных удобрений под озимую рожь» [39] и «Урожайность ячменя и клевера при удобрении» [40].

В 1992 г. журнал возглавил кандидат с.-х. наук Вячеслав Александрович Макаренко и в № 2 и 4 редакция опубликовала анкету, в которой представила читателям несколько вариантов названий: «Химизация сельского хозяйства», «Химия в сельском хозяйстве», «Удобрение и Урожай», «Плодородие и Урожай», «Плодородная нива». В результате анкетирования большинство читателей (более 50 %) остановилось на названии «Химия в сельском хозяйстве», так как оно более полно отвечает содержанию и тематике журнала. Такое же решение принял учредитель – Совет объединения «Россельхозхимия» и под таким названием журнал начал выходить с января 1993 г. В составе редколлегии появились: А. М. Артюшин, В. Я. Евсюков, С. Ф. Маслов, И. И. Прохорова, Ю. Ф. Федоров. С этого времени учредителем журнала становится Министерство сельского хозяйства РФ. На страницах журнала значительное место стало уделяться работе специалистов центров и станций Государственной агрохимической службы, которая в 2024 г. отметила свой 60-летний юбилей.

В 1994 г. главным редактором журнала становится Ирина Ивановна Прохорова, работавшая в редакции с 1986 г. и ныне возглавляющая АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве». Тираж журнала в этот период – 3 000 экз.

С переходом на рыночные отношения резко сократились объемы применения средств химизации из-за непомерного скачка цен на минеральные удобрения, в журнале появилась рубрика «Нетрадиционные удобрения и новые виды органических удобрений». Накопленный в редакции огромный материал по решению экологических проблем в сельском хозяйстве привел к изданию в 1998 г. № 3 под названием «Агроэкология: проблемы и решения», затем выходявшим неоднократно. Все больше внимания уделяется сохранению окружающей среды: № 3 за 2002 г., № 1 за 2003 г., а также № 3 за 2005 г. посвящены проблемам агроэкологии.

Следует отметить, что редакция журнала постоянно ищет новые решения для привлечения читателей, расширения аудитории. В журнале постоянно дается информация о состоявшихся совещаниях, конференциях, выставках (на 3-й странице обложки), отдельных НИУ (на 2-й странице обложки) с нарезкой цветных фото. С 2001 г. журнал проводил конкурс «Агрохимик года» по работам, опубликованным в журнале «Агрохимический вестник за... год» с различными номинациями, результаты с именами победителей, конечно, публикуются в журнале, привлекая внимание читателей к особо интересным или дискуссионным работам. После распада Советского союза публикация многих исследований

в бывших республиках началась в ряде региональных изданий, однако благодаря сотрудничеству редакции с рядом вузов и НИИ позволяет и сейчас привлекать авторов из ближнего зарубежья. Значительное внимание уделяется редакцией истории развития науки и ее выдающимся деятелям и исследователям.

С 2005 г. журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) на сайте российской научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а с 2015 г. журнал включен в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index на платформе Web of Science. Подтверждено включение журнала с 1963 г. в международную базу данных химических научных журналов Chemical Abstracts (CAS (pt)), осуществлена регистрация в международной исследовательской базе данных Research Bible. С 2018 г. статьям, публикуемым в журнале, присваивается Digital Object Identifier (DOI) на базе Российской государственной библиотеки (www.cyberleninka.ru).

В 2005–2006 гг. публикации ученых Белорусской ГСХА возобновились, в частности статьями о новых биопрепаратах [41, 43], а также памяти А. А. Каликинского [42].

В 2008 г. первый специальный номер журнала «Агрохимический вестник», посвященный Белорусской государственной сельскохозяйственной академии со вступительным словом об истории вуза ректора Александра Риммовича Цыганова [44]. В нем были опубликованы статьи ученых разных кафедр (почвоведения, агрохимии, хранения и переработки продукции растениеводства, мелиорации и водного хозяйства) [45–57].

В 2010 г. журнал стал Лауреатом Национальной премии им. П. А. Столыпина «Аграрная Элита России» в номинации «Пропаганда новых технологий и научных достижений в повышении плодородия и возрождении земель сельскохозяйственного назначения». Не забывают в журнале и о будущих поколениях агрохимиков, почвоведов и агроэкологов, для которых существует рубрика «Работы молодых ученых».

В 2010 г. опубликована статья Т. Ф. Персиковой совместно с Натальей Леонидовной Почтовой «Эффективность смешанных посевов люпина со злаковыми культурами», в которой проанализирована продуктивность бобово-злаковой смеси (овес + пшеница + люпин) и дана экономическая, агрономическая и энергетическая характеристика применения агроприемов интенсификации технологии [58].

С 2012 г. главным редактором журнала стал кандидат с.-х. наук Илья Сергеевич Прохоров, работающий в редакции в разных должностях с 2001 г. и готовящий материал для докторской диссертации.

В 2015 г. очередной специальный номер журнала был посвящен 175-летию Белорусской ГСХА, в нем все страницы обложки посвящены академии, а начинается он исторической статьей ректора Павла Александровича Саскевича [59]. В юбилейном номере также были представлены публикации сотрудников разных кафедр: агрохимии, почвоведения, защиты растений, мелиорации и водного хозяйства, плодовоовощеводства, сельского строительства и обустройства территорий [60–68].

В 2019 г. была опубликована статья «Жизненный путь, достойный уважения», посвященная 90-летию со дня рождения многолетнего заведующего кафедрой почвоведения (1981–1998), доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного работника высшей школы БССР Анны Ивановны Горбылевой (1928–2015) [69].

Благодаря обновлению Перечня ВАК РФ, в журнале «Агрохимический вестник» публикуются материалы по следующим специальностям и отраслям науки: 03.02.03 – Микробиология (сельскохозяйственные науки); 03.02.08 – Экология (биологические и химические науки); 03.02.13 – Почвоведение (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); 06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (биологические и сельскохозяйственные науки); 06.01.04 – Агрохимия (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); 06.01.07 – Защита растений (биологические и сельскохозяйственные науки). Одним из направлений публикаций благодаря этому стали исследования по оценке земель, а также в особо охраняемых природных территориях (заповедниках и национальных парках).

При подготовке научных кадров Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия продолжает публикацию статей молодых ученых [70–74], которые впоследствии получают ученые степени и продолжают педагогический и творческий путь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прохорова, И. И. Из истории журнала / И. И. Прохорова // Химия в сельском хозяйстве. — 1993. — № 1-2. — С. 4–5.
2. Пирумова, Л. Н. Система информирования по вопросам экологически безопасных технологий в АПК / Л. Н. Пирумова, Л. К. Садовская // Агрохимический вестник. — 2017. — № 3. — С. 60–64.
3. Пирумова, Л. Н. Тезаурус как система отражения состояния предметной отрасли «Регуляторы роста» / Л. Н. Пирумова, И. А. Милевская // Агрохимический вестник. — 2018. — № 6. — С. 61–64.

4. Пирумова, Л. Н. Листая страницы издания: к юбилею журнала «Агрохимический вестник» / Л. Н. Пирумова // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 8–14.
5. Прохоров, И. С. От истории публикаций по агрохимии до юбилея научного журнала / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 3–7.
6. Осипов А. И. История и практические аспекты известкования кислых почв в России / А. И. Осипов // Агрохимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 28–36.
7. Ткачева, Е. В. «Агрохимический вестник» в базе данных Web of Science / Е. В. Ткачева, А. А. Ивановский // Агрохимический вестник. – 2019. – № 4. – С. 74–77.
8. Прохоров, И. С. История научных публикаций по агрохимии / И. С. Прохоров // I Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах» Материалы Международной научной конференции (19–22 ноября 2019 г.). – Пермь: ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ им. академика Д.Н. Прянишникова». – С. 459–465.
9. Прохоров, И. С. Из истории публикаций по агрохимии / И. С. Прохоров // Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири: сборник научных статей, посвященный 70-летию академика РАН Храмцова Ивана Федоровича, 95-летию основания отдела земледелия (Омск, 5 февраля 2020 г.). – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – С. 99–108.
10. Прохоров И. С. Роль научного журнала в освещении вопросов агрохимии, радиологии и агроэкологии (на примере истории журнала «Агрохимический вестник») / И. С. Прохоров // Ядерно-физические исследования и технологии в сельском хозяйстве: (к 50-летию со дня образования ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии): сборник докладов международной научно-практической конференции (Обнинск, 16-18 сентября 2020 г.). – Обнинск: ВНИИРАЭ, 2020. – С. 291–294.
11. Осипов, А. И. История научных исследований в агрохимии и перспективы применения удобрений в России / А. И. Осипов, В. П. Якушев, В. В. Якушев // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 73–80.
12. Прохоров, И. С. Первый номер журнала «Химия в сельском хозяйстве» / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 81.
13. Прохоров, И. С. 65 лет возобновления выпуска журнала «Удобрение и урожай» / И. С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 82.
14. Прохоров, И. С. Из истории публикаций сотрудников Белорусской ГСХА в журнале «Агрохимический вестник» / И. С. Прохоров, Л. Н. Пирумова // Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения БГСХА в 2 ч. – ч. 1. (Горки, 6-8 декабря 2021 г.). – Горки: БГСХА, 2022. – С. 43–54.
15. Зихман-Кедров О. К. О значении примеси магния в известковых удобрениях / О. К. Зихман-Кедров // Удобрение и урожай. – 1930. – № 1. – С. 186–189.
16. Зихман-Кедров О. К. Известкование на новые рельсы / О. К. Зихман-Кедров // Удобрение и урожай. – 1931. – № 1. – С. 10–14.
17. Кедров-Зихман, О. К. Состояние известкования и весенняя посевная кампания / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1932. – № 3–4. – С. 63–67.
18. Кедров-Зихман, О. К. Проблемы известкования в учении К. К. Гедройца / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1933. – № 1. – С. 41–48.
19. Кедров-Зихман, О. К. Сравнительная оценка методов определения гидролитической кислотности / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1933. – № 4. – С. 71–78.
20. Кедров-Зихман О. К. Влияние состава поглощенных катионов на развитие ячменя и клевера / О. К. Кедров-Зихман, О. Э. Кедрова-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1934. – № 12. – С. 9–21.
21. Кедров-Зихман, О. К. Применение известковых туфов / О. К. Кедров-Зихман, В.И. Виноградов // Химизация социалистического земледелия. – 1935. – № 1. – С. 41–53.
22. Кедров-Зихман, О. К. О работе III Международного конгресса почвоведов / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1935. – № 11–12. – С. 13–26.
23. Кедров-Зихман, О. К. Роль известкования в борьбе за высокие урожаи социалистических полей / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1936. – № 1. – С. 28–37.
24. Кедров-Зихман, О. К. К 80-летию академика А. Н. Баха / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1937. – № 5. – С. 29–32.
25. Кедров-Зихман, О. К. Итоги работ в области известкования подзолистых почв СССР и перспективы известкования в третьем пятилетии / О. К. Кедров-Зихман, С.С. Ярусов // Химизация социалистического земледелия, 1937, № 12. – С. 47–60.
26. Кедров-Зихман О. К. Основные достижения в области агрохимии / О. К. Кедров-Зихман // Химизация социалистического земледелия. – 1938. – № 11. – С. 20–27.
27. Кедров-Зихман, О. К. К перспективам известкования в III пятилетии / О. К. Кедров-Зихман, С. С. Ярусов // Химизация социалистического земледелия. – 1939. – № 1. – С. 14–24.
28. Кедров-Зихман, О. К. К вопросу об отношении сераделлы к известкованию почвы / О. К. Кедров-Зихман, М. В. Данкова-Анохина // Химизация социалистического земледелия. – 1940. – № 4. – С. 46–55.
29. Кедров-Зихман О. К. Научные основы известкования почвы / О. К. Кедров-Зихман // Удобрение и урожай. – 1956. – № 5. – С. 9–19.
30. Кедров-Зихман, О. К. О мероприятиях по известкованию кислых почв / О. К. Кедров-Зихман, Н. И. Алямовский // Удобрение и урожай. – 1956. – № 12. – С. 15–21.
31. Кедров-Зихман О. К. Жизнь и деятельность Д. Н. Прянишникова / О. К. Кедров-Зихман // Удобрение и урожай. – 1958. – № 5. – С. 32–36.
32. Кедров-Зихман, О. К. Действие микроэлементов на урожай сахарной свеклы и льна на слабокислых дерново-подзолистых почвах / О. К. Кедров-Зихман, В. П. Деева // Удобрение и урожай. – 1958. – № 11. – С. 36–39.
33. Кедров-Зихман, О. К. Научные основы и задачи известкования дерново-подзолистых почв / О. К. Кедров-Зихман // Удобрение и урожай. – 1959. – № 6. – С. 3–9.

34. Каликинский, А. А. Применение высоких норм азотных удобрений на сенокосах / А. А. Каликинский, С. М. Камасин // Химия в сельском хозяйстве. – 1970. – № 5. – С. 13–15.
35. Стрелков, В. Г. Применение микроудобрений на семенниках лядвенца рогатого / В. Г. Стрелков, В. Н. Азовцева // Химия в сельском хозяйстве. – 1970. – № 5. – С. 23–25.
36. Применение суперфоса и двойного суперфосфата под ячмень на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Белоруссии / А. А. Каликинский, И. Р. Вильдфлуш, В. М. Куруленко [и др.] // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – № 5. – С. 63–65.
37. Ленточное внесение удобрений при возделывании кормовых культур / А. А. Каликинский, И. Р. Вильдфлуш, Г. И. Мангутова [и др.] // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 10. – С. 46–48.
38. Каликинский, А. А. Оптимальное содержание подвижного фосфора и калия в дерново-подзолистых почвах / А. А. Каликинский, И. Р. Вильдфлуш // Химия в сельском хозяйстве. – 1990. – № 3. – С. 37–39.
39. Дробное внесение азотных удобрений под озимую рожь / А. А. Каликинский, О. И. Макаеева, Л. А. Касьянова [и др.] // Химия в сельском хозяйстве. – 1990. – № 8. – С. 41–44.
40. Каликинский, А. А. Урожайность ячменя и клевера при удобрении / А. А. Каликинский, Т. Ф. Перськова // Химия в сельском хозяйстве. – 1990. – № 12. – С. 65–67.
41. Цыганов, А. Р. Применение биопрепаратов при возделывании гороха / А. Р. Цыганов, О. И. Вильдфлуш // Агрохимический вестник. – 2005. – № 5. – С. 26–27.
42. Вильдфлуш, И. Р. Талантливый ученый-агрохимик. Памяти А. А. Каликинского (1915–1993) / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Перськова // Агрохимический вестник. – 2006. – № 1. – С. 31–32.
43. Сергеева, И. И. Изучение азотного питания растений при использовании регуляторов роста растений и бактериальных препаратов / И. И. Сергеева // Агрохимический вестник. – 2007. – № 5. – С. 38–41.
44. Цыганов, А. Р. Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия / А. Р. Цыганов // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 1–3.
45. Перськова, Т. Ф. Агроэкологические аспекты повышения плодородия дерново-подзолистых почв / Т. Ф. Перськова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 3–5.
46. Горбылева, А. И. Почвенный поглощающий комплекс дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, М. М. Комаров // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 6–9.
47. Воробьева, Н. С. Разработка и внедрение методик почвенной и растительной диагностики в оптимизации азотного питания / Н. С. Воробьева // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 9–11.
48. Цыганов, А. Р. Комплексное применение КАС с микроэлементами и фунгицидами при возделывании яровой тритикале / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, С. М. Мижуй // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 12–13.
49. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения КАС с микроэлементами при возделывании озимой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, Э. М. Батыршаев // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 13–14.
50. Цыганов, А. Р. Применение микроудобрений, биопрепаратов и регуляторов роста при возделывании овса / А. Р. Цыганов, О. И. Мишура, С. З. Лабуда // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 15–17.
51. Кукреш, С. П. Комплексное применение средств химизации при возделывании льна-долгунца / С. П. Кукреш, А. В. Шершнев // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 17–19.
52. Перськова, Т. Ф. Природный фитогормон гомобраassinолид – важный резерв повышения урожайности и качества льна-долгунца / Т. Ф. Перськова, А. А. Ходянков // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 19–21.
53. Ходянков, А. А. Влияние брассиностероидов на устойчивость растений льна-долгунца к засухе / А. А. Ходянков // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 21–24.
54. Ходянкова, С. Ф. Изменение содержания цинка и бора в растениях льна-долгунца в зависимости от форм и доз микроудобрений / С. Ф. Ходянкова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 25–27.
55. Царева, М. В. Влияние условий питания на азотфиксирующую способность люпина в чистых и смешанных посевах / М. В. Царева // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 27–29.
56. Ходянкова, С. Ф. Динамика потребления питательных элементов в онтогенезе льна-долгунца / С. Ф. Ходянкова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 30–32.
57. Желязко, В. И. Приемы реабилитации техногенно загрязненных земель мелиорируемых ландшафтов / В. И. Желязко, Ю. А. Мажайский // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 32–34.
58. Перськова, Т. Ф. Эффективность смешанных посевов люпина со злаковыми культурами / Т. Ф. Перськова, Н. Л. Почтовая // Агрохимический вестник. – 2010. – № 1. – С. 17–19.
59. Саскевич, П. А. 175 лет в числе ведущих учреждений высшего образования стран СНГ и Европы / П. А. Саскевич // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 6–8.
60. Продуктивность и качество кукурузы и озимой тритикале при применении удобрений и регуляторов роста на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров [и др.] // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 6–8.
61. Перськова, Т. Ф. Сортовая отзывчивость люпина узколистного на условия питания при возделывании на дерново-подзолистых почвах севера-востока Беларуси / Т. Ф. Перськова, М. Л. Радкевич // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 9–12.
62. Дуктов, В. П. Влияние уровня питания и предшественников на устойчивость к полеганию яровой твердой пшеницы / В. П. Дуктов, Н. А. Дуктова // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 13–16.
63. Вильдфлуш, И. Р. Влияние новых форм удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, О. В. Мурзова // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 17–19.
64. Желязко, В. И. Влияние минеральных удобрений и орошения дождеванием на урожайность японского проса в Северо-восточной части Республики Беларусь / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич // Агрохимический вестник. – 2015. – № 4. – С. 20–23.

65. Саскевич, П. А. Сравнительная эффективность совместного применения фунгицидов и росторегулятора Экосил на посевах рапса ярового / П. А. Саскевич // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 4. – С. 24–27.
66. Почтовая, Н. Л. Эффективность регулятора роста Ростомонт на овощных культурах / Н. Л. Почтовая // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 4. – С. 28–30.
67. Миренков, Ю. А. Влияние совместного применения гербицидов и КАС на засоренность и урожайность кукурузы на зерно / Ю. А. Миренков, А. В. Папсуев // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 4. – С. 31–34.
68. Копытовский В. В. Агромелиоративные приемы по снижению накопления тяжелых металлов в почвах и растительной продукции / В. В. Копытовский // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 4. – С. 34–36.
69. Жизненный путь, достойный уважения / С. Д. Курганская, Т. Ф. Персикова, Е. Ф. Валеяша [и др.] // *Агрохимический вестник*. – 2019. – № 1. – С. 52.
70. Персикова, Т. Ф. Совершенствование системы удобрения проса при возделывании в условиях северо-востока Беларуси / Т. Ф. Персикова, Ю. В. Коготько // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 5. – С. 28–32.
71. Царева М. В. Влияние доз и способов внесения термически высушенного куриного помета на урожайность и качество картофеля / М. В. Царева // *Агрохимический вестник*. – 2022. – № 6. – С. 52–56.
72. Подоляк, А. Г. Эффективность минеральных удобрений при возделывании многолетних бобово-злаковых травосмесей на загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr торфяных почвах / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Персикова // *Агрохимический вестник*. – 2023. – № 5. – С. 28–32.
73. Кирейчева, Л. В. Влияние длительного орошения свиноводческими стоками на загрязнение почвы азотными соединениями / Л. В. Кирейчева, Т. Н. Ткачева // *Агрохимический вестник*. – 2023. – № 6. – С. 14–18.
74. Царева, М. В. Продуктивность и качество картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в зависимости от системы удобрения / М. В. Царева // *Агрохимический вестник*. – 2024. – № 2. – С. 31–34.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ГОРФИНКЕЛЬ ИЗРАИЛЬ ШМЕЕРОВИЧ
УЧЕНЫЙ, ПАТРИОТ, УЧИТЕЛЬ
(посвящается 115-летию со дня рождения)

Т. Л. ХРОМЕНКОВА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 11. 02. 2025)



11 февраля 2025 года исполнилось 115 лет со дня рождения заслуженного работника высшей школы БССР, доктора экономических наук, профессора, почетного профессора БГСХА Израиля Шмееровича Горфинкеля.

Видный ученый в области аграрной экономики, умелый руководитель и педагог он хорошо известен не только в Республике Беларусь, но и далеко за ее пределами. И. Ш. Горфинкель один из первых белорусских ученых-экономистов, разрабатывающих вопросы организации сельскохозяйственного производства.

С нашей академией у Израиля Шмееровича связана значительная часть жизни. По комсомольской путевке Горецкого лесопильного завода, где три года отработал после окончания семилетки, он направлен на учебу в академию. Будучи студентом, избирался секретарем комсомольской организации экономического факультета.

После окончания в 1931 г. академии работал старшим инспектором-экономистом Наркомзема БССР. С конца 1932 г. – аспирант Белорусского научно-исследовательского колхозного института, а

затем – аспирант Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, где его научным руководителем был известный ученый, академик В. Р. Вильямс.

После успешной защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук И. Ш. Горфинкель педагогическую деятельность начал в 1936 г. в должности заведующего кафедрой организации социалистических сельскохозяйственных предприятий Пермского сельскохозяйственного института. В дальнейшем работал деканом факультета, избирался секретарем парторганизации этого института.

В годы войны (1943–1945 гг.) Израиль Шмеерович был начальником политотдела Ординской МТС, в 1943 г. направлен в распоряжение НКО СССР. С июня 1943 г. по ноябрь 1945 г. находился в рядах Советской Армии.

Вся послевоенная жизнь ученого связана с академией. Больше 30 лет (1945–1977 гг.) Израиль Шмеерович работал заведующим кафедрой организации сельского хозяйства. В разные годы был деканом экономического, землеустроительного и факультета механизации сельского хозяйства. Затем работал профессором кафедры организации производства в АПК.

Педагогическая работа И. Ш. Горфинкеля неразрывно связана с научными исследованиями. Он опубликовал свыше 120 научных и учебно-методических работ, в том числе 12 монографий и учебников. Под его редакцией вышел первый в республике учебник по организации производства на сельскохозяйственных предприятиях. Исследования по формированию системы ведения хозяйства, сочетанию отраслей, установлению объема и структуры производства в сельскохозяйственных предприятиях весьма актуальны и сегодня.

Научные исследования Израйля Шмееровича Горфинкеля имели строгую последовательность, целенаправленность. Поэтому Высшая Аттестационная Комиссия в 1969 г. присвоили ему ученую степень доктора экономических наук по совокупности опубликованных работ.

Неоценим вклад ученого в подготовку кадров для высшей школы. Им создана научная школа экономистов-аграрников: под его научным руководством успешно защищены 37 кандидатских диссертаций. Для каждого аспиранта Израиль Шмеерович был не только научным руководителем, но и учителем.

Научные разработки сотрудников кафедры внедрялись в учебный процесс и в сельскохозяйственное производство.

Израиль Шмеерович Горфинкель вел активную общественную деятельность наряду с учебной и научной работой. Неоднократно избирался членом парткома академии, много лет был членом Горьковского районного комитета партии и депутатом Горьковского районного совета депутатов.

За выдающиеся заслуги профессор был награжден тремя орденами, одиннадцатью медалями, тремя Почетными грамотами Верховного Совета БССР. Ему были вручены четыре почетных правительственных знака, в 1989 г. присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы БССР».

Научную и педагогическую деятельность профессор продолжал до последних дней. Несмотря на солидный возраст И. Ш. Горфинкель плодотворно работал на кафедре: руководил аспирантами и дипломным проектированием, возглавлял методический совет экономического факультета, был членом совета по защите диссертаций. В свои годы он сохранял ясность ума, трудоспособность, глубокое уважение к коллегам и студентам, отличался прекрасным чувством юмора, умением радоваться жизни.

Вклад И. Ш. Горфинкеля в развитие науки, сельского хозяйства, аграрного образования велик. Его труды не потеряли актуальности и сегодня. Последователями идей И. Ш. Горфинкеля в аграрной науке являются его ученики.

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 на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bgaa@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук;

сопроводительное письмо дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации);

контактная информация: фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п., или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзацный отступ 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц только книжная; использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается;

таблицы набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %;

формулы составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом;

рисунки вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм);

список литературы должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]).

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи: индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

инициалы и фамилия автора (авторов); аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области);

анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; **а также учитывать опыт ученых БГСХА, что должно быть отражено при оформлении пристатейного спис-**

ка литературы; здесь же указывается цель исследования; **основная часть** статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

закключение 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, односторонние 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» (Беларусь).

Папаскири Т. В., доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора Государственного университета по землеустройству (Россия).

Казарян Э. С., доктор экономических наук, профессор, президент Центра аграрной науки, образования и инноваций (Армения).

Титова В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии и агроэкологии биологического факультета Нижегородского государственного агротехнологического университета (Россия).

Адилов М. М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры овощеводства и организации тепличного хозяйства Ташкентского государственного аграрного университета (Узбекистан).

Завалин А. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук, академик-секретарь отделения сельскохозяйственных наук РАН (Россия).

Гончаров А. В., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры экологии и биоресурсов ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского».

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 редколлегий

Астахов В. С., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры механизации растениеводства и практического обучения.

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Бушуева В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и биотехнологии растений.

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Иванистов А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник научно-исследовательской части.

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 агрохимии и почвоведения.

Саскевич П. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры защиты растений.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технический Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

*213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bgaa@yandex.ru*

© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025

Подписано в печать 09.06.2025 Дата выхода 10.06.2025 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 22,79 Уч.-изд. л. 19,03 Заказ Тираж 50 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