

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2022 № 1

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

О. А. Пашкевич. Фермерство как карьерная траектория: опыт Таиланда.....	5
А. А. Гайдуков. Методика оценки влияния структурного фактора в детерминированном факторном анализе с использованием интегрального метода.....	10
Т. А. Тетеринец. Инвестиционный анализ формирования и развития человеческого капитала в аграрной сфере.....	14
Э. П. Кондерешко. Оценка эффективности использования мелиорированных земель в сельскохозяйственном производстве Брестской области.....	21
В. И. Бельский, Т. А. Тетеринец. Анализ современного состояния человеческого капитала аграрного сектора в контексте инновационных рыночных преобразований экономики Беларуси.....	25
Е. В. Карачевская. Критерии оценки привлекательности внешних рынков с позиции потенциальных партнеров для рынка лекарственного растительного сырья Республики Беларусь.....	30
Р. К. Ленькова. Анализ конкурентной среды на рынке зерна Пинского района.....	34
Е. И. Бекиш, Л. А. Слинькова, Е. Е. Мантур. Использование рекламы для повышения эффективности маркетинговой деятельности предприятия.....	38
И. В. Журова. Развитие теоретико-методических основ обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции.....	42
С. И. Климин. Материально-техническое обеспечение крестьянских (фермерских) хозяйств.....	47

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Н. В. Степанова, С. Р. Чуйко. Развитие патогенных микозов в посевах льна-долгунца на территории Беларуси.....	51
В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич, Н. В. Улахович. Применение древесной золы при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.....	56
А. З. Богданов. Изменение параметров листовой поверхности гибридов кукурузы различной зрелости под влиянием густоты стояния растений и сроков сева.....	60
Г. И. Витко, С. А. Носкова. Семеноводство и продовольственная безопасность в Республике Беларусь.....	65
Н. В. Степанова. Целесообразность переработки соломы льна масличного и технологическая ценность его волокна.....	70
А. В. Папсуев, Ю. А. Миренков, Л. Г. Коготько. Экономическая эффективность применения гербицидов и их баковых смесей в посевах кукурузы на зерно.....	75
Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик. Анализ эффективности микроразмножения интродуцированных сортов винограда в культуре <i>in vitro</i>	81

В. А. Сердюков. Определение факторов, влияющих на изменение биохимических веществ в клубнях картофеля за период длительного хранения	87
Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, Д. Г. Симченков, В. Д. Кранцевич, М. А. Белановская, С. А. Пытников, А. В. Ленский. Экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в условиях Беларуси.....	94
Н. А. Дуктова, А. Л. Новик, В. П. Дуктов. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов яровой твердой пшеницы под влиянием метеорологических условий среды и регуляторов роста	99
А. В. Петренко. Новый сорт укропа пахучего (<i>Anethum graveolens L.</i>) Ивар универсального назначения ..	104
Н. В. Дыдышко, Т. В. Никонович. Проявление эффекта гетерозиса и характер наследования биохимического состава плодов у гибридов F ₁ перца острого.....	108
А. В. Папсуев. Влияние гербицидов на засоренность и урожайность кукурузы на зерно	112
Н. В. Дыдышко, Т. В. Никонович. Анализ эффекта гетерозиса у гибридов F ₁ перца острого по признакам продуктивности.....	118

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

В. Г. Костенич, И. И. Бондаренко, В. В. Михалков, В. А. Белоусов. Определение порогового значения показателей моторного масла для тракторов «Беларус».....	123
Д. А. Линник. Методика определения физико-механических свойств виброизолятора кабины колесного трактора.....	128
В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения	133
Д. А. Линник. Имитационные испытания систем виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора	137
С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Моделирование деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в процессе обмолота.....	142
В. А. Шаршунов, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки.....	148
С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота	154
А. И. Филиппов, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич. Обзор машин для обработки пропашных культур и их усовершенствование для экологического земледелия	160

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

А. В. Колмыков, А. Н. Авдеев. Современное состояние земельных ресурсов и землеустройство в Республике Беларусь	168
Т. Н. Мыслыва, Ю. Н. Дуброва, А. С. Кукреш, Т. Н. Ткачева, Д. М. Лейко. Использование функциональных возможностей ГИС и данных дистанционного зондирования для мониторинга и картографирования мелиорированных земель	176
О. Н. Левшук, Т. Н. Мыслыва, А. П. Мкртчян. Канцерогенный и неканцерогенный риск для населения от потребления картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки	184
С. М. Комлева. Пути повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель с учетом радиоэкологического фактора.....	191

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н. Г. Трапянок. Формирование гражданственности и патриотизма студентов в информационном пространстве аграрного вуза (по материалам социологического опроса).....	196
---	-----

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

С. М. Комлева. История развития кафедры землеустройства	201
--	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

А. В. Колмыков, О. Н. Писецкая, А. В. Свитин. Памяти талантливого ученого, замечательного педагога и человека (<i>к 100-летию со дня рождения В. К. Кильчевского</i>).....	204
---	-----

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2022 № 1

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

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

O. A. Pashkevich. Farming as career trajectory: Thailand experience.....	5
A. A. Gaidukov. Methods of estimation of the influence of structural factor in deterministic factor analysis with the use of integral method.....	10
T. A. Teterinets. Investment analysis of formation and development of human capital in the agrarian sphere ..	14
E. P. Kondereshko. Estimation of efficiency of the use of reclaimed lands in agricultural production of Brest region.....	21
V. I. Belskii, T. A. Teterinets. Analysis of the current state of human capital of agricultural sector in the context of innovative market transformations of Belarusian economy	25
E. V. Karachevskaya. Criteria for assessing the attractiveness of foreign markets, from the position of potential partners for the market of medicinal plant raw materials of the Republic of Belarus.....	30
R. K. Lenkova. Analysis of competitive environment at the grain market of Pinsk district.....	34
E. I. Bekish, L. A. Slinkova, E. E. Mantur. The use of advertising for increasing the efficiency of marketing activity of an enterprise	38
I. V. Zhurova. Development of theoretical and methodological foundations for ensuring sustainable economic development of agricultural organizations for the production of vegetable products.....	42
S. I. Klimin. Material-technical support of peasant (farm) households.....	47

FARMING AND PLANT-GROWING

N. V. Stepanova, S. R. Chuiko. Development of pathogenic mycoses in crops of long-fiber flax on the territory of Belarus	51
V. N. Bosak, T. V. Sachivko, M. P. Akulich, N. V. Ulakhovich. Application of wood ash in the cultivation of vegetable, spicy-aromatic and essential-oil crops.....	56
A. Z. Bogdanov. Changes in the parameters of leaf surface of corn hybrids with different maturity rate under the influence of crop density and sowing time	60
G. I. Vitko, S. A. Noskova. Seed production and food security in the Republic of Belarus.....	65
N. V. Stepanova. Feasibility of processing of straw of oil flax and the technological value of its fiber	70
A. V. Papsuev, Iu. A. Mirenkov, L. G. Kogotko. Economic efficiency of application of herbicides and their tank mixtures in crops of corn grown for grain	75

Kh. I. Bobodzhanova, N. V. Kukharchik. Analysis of the efficiency of micropropagation of introduced varieties of grapes in the in vitro culture	81
V. A. Serdiukov. Determination of factors influencing changes in biochemical substances in potato tubers during the long-term storage period.....	87
L. A. Bulavin, A. P. Gvozdoz, D. G. Simchenkov, V. D. Krantsevich, M. A. Belanovskaia, S. A. Pyntikov, A. V. Lenskii. Economic efficiency of different methods of the main cultivation of soil when growing corn for grain in the conditions of Belarus	94
N. A. Duktova, A. L. Novik, V. P. Duktov. Photosynthetic activity and productivity of spring durum wheat varieties under the influence of meteorological environmental conditions and growth regulators.....	94
A. V. Petrenko. New multi-purpose variety Ivar of fragrant dill (<i>Anethum graveolens</i> L.)	104
N. V. Dydyshko, T. V. Nikonovich. Manifestation of heterosis effect and the character of inheriting biochemical composition of fruits of F ₁ hybrids of hot pepper.....	108
A. V. Papsuev. The influence of herbicides on weediness and yield of corn grown for grain	112
N. V. Dydyshko, T. V. Nikonovich. Analysis of heterosis effect in F ₁ hybrids of hot pepper according to productivity indicators	118

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

V. G. Kostenich, I. I. Bondarenko, V. V. Mikhalkov, V. A. Belousov. Determination of threshold value of motor oil indicators for «Belarus» tractors	123
D. A. Linnik. Methods of determination of physical-mechanical properties of vibration isolator of wheel tractor cab	128
V. S. Astakhov, G. O. Ivanchikov. The problems of using precision farming systems with differentiated application of hard mineral fertilizers and ways of their solution	133
D. A. Linnik. Simulation testing of vibration protection systems of the workplace of a wheel tractor driver	137
S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Simulation of flax boll shape deformation during its compression between the flail and the deck in the process of threshing	142
V. A. Sharshunov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Research experiments with the process of flax strips threshing by a device with elastic working body in the line of primary processing	148
S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Methods of calculation of parameters of flax stems layer in the zone of threshing.....	154
A. I. Filippov, A. A. Autko, V. P. Chebotarev, K. L. Puzevich. Review of machines for row crop cultivation and their improvement for organic farming.....	160

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

A. V. Kolmykov, A. N. Avdeev. Current state of land resources and land management in the Republic of Belarus	168
T. N. Myslyva, Iu. N. Dubrova, A. S. Kukresh, T. N. Tkacheva, D. M. Leiko. The use of functional capabilities of GIS and data of remote sensing for the monitoring and mapping of ameliorated lands	176
O. N. Levshuk, T. N. Myslyva, A. P. Mkrtchian. Carcinogenic and non-carcinogenic risk for the population from consuming potatoes grown within agro-residential landscapes of the town of Horki.....	184
S. M. Komleva. Ways of increasing the efficiency of use of agricultural lands taking into account radiation-ecological factor	191

INNOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

N. G. Trapianok. Formation of civic consciousness and patriotism of students in the information space of an agricultural higher education establishment (according to the materials of a sociological survey).....	196
---	-----

PAGES OF HISTORY

S. M. Komleva. The history of development of the department of land management.....	201
--	-----

JUBILEE DATES

A. V. Kolmykov, O. N. Pisetskaia, A. V. Svitin. In memory of a talented scientist, great teacher and person (on the 100 th anniversary of the birth of V.K. Kilchevskii)	204
--	-----

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.43(593)

ФЕРМЕРСТВО КАК КАРЬЕРНАЯ ТРАЕКТОРИЯ: ОПЫТ ТАИЛАНДА

О. А. ПАШКЕВИЧ

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

(Поступила в редакцию 29.10.2021)

В статье акцентирована роль малых фермерских хозяйств (личных и коллективных) в обеспечении продовольственной и экологической безопасности Королевства Таиланд. В ходе исследования проведен анализ динамики числа фермерских хозяйств, размера их землепользования, проанализированы особенности их специализации. Наряду с этим дана периодизация этапов развития системы аграрного образования Таиланда (становления, зеленой революции, распространения и реструктуризации). Установлены сильные и слабые стороны аграрного образования страны по уровням (базовое, профессиональное и высшее). К их числу относятся: налаженная образовательная инфраструктура, разнообразие учебных программ, с одной стороны, и широкая коммерциализация аграрного образования, недоступность получения образования малообеспеченному населению, с другой. Проанализирована возрастная динамика фермеров в стране и установлена тенденция старения фермерских поколений. Выявлены факторы, определяющие позицию и мотивацию будущих фермеров к аграрной занятости, в числе которых – наличие земельного участка, стартового капитала, оборудования, базовых знаний и навыков осуществления такого рода деятельности. В рамках исследования установлены направления государственного отраслевого регулирования труда и занятости в сельском хозяйстве, проанализированы программные документы, направленные на укрепление потенциала фермеров, систематизированы инструменты поддержки внедрения и освоения инноваций в отрасли. Особое внимание уделено комплексу мер, направленных на повышение престижа сельскохозяйственной профессии и статуса фермера в обществе. По результатам исследования сделан вывод, что в совокупности принятые и реализуемые меры предопределяют мотивацию к ведению сельского хозяйства и формируют карьерные устремления будущих фермеров.

Ключевые слова: сельское хозяйство, Таиланд, занятость, фермерское хозяйство, фермер, карьера, регулирование.

The article focuses on the role of small farms (individual and collective) in ensuring the food and environmental security of the Kingdom of Thailand. In the course of the study, an analysis was made of the dynamics of the number of farms, the size of their land use, and the features of their specialization were analyzed. Along with this, the periodization of the stages of development of the system of agricultural education in Thailand (formation, green revolution, distribution and restructuring) is given. The strengths and weaknesses of the country's agrarian education by levels (basic, professional and higher) are established. These include: a well-established educational infrastructure, a variety of curricula, on the one hand, and the widespread commercialization of agricultural education, the inaccessibility of education to the low-income population, on the other. The age dynamics of farmers in the country has been analyzed and the trend of aging of farmer generations has been established. The factors that determine the position and motivation of future farmers for agricultural employment are identified, including the availability of a land plot, start-up capital, equipment, basic knowledge and skills to carry out this kind of activity. As part of the study, the directions of state sectoral regulation of labor and employment in agriculture were established, program documents aimed at strengthening the potential of farmers were analyzed, and tools to support the introduction and development of innovations in the industry were systematized. Particular attention is paid to a set of measures aimed at increasing the prestige of agricultural profession and the status of a farmer in society. Based on the results of the study, it was concluded that, in aggregate, the measures taken and implemented predetermine the motivation for farming and shape the career aspirations of future farmers.

Key words: agriculture, Thailand, employment, farming, farmer, career, regulation.

Введение

Научные исследования и опыт Таиланда показывают, что программы развития сельских территорий и сельского хозяйства страны нацелены на повышение качества жизни населения, снижение давления человеческой деятельности на окружающую среду, ориентированы на оптимальное использование местных ресурсов и повышение престижа статуса фермера и привлекательности проживания в сельской местности [1–4].

В Королевстве Таиланд накоплен положительный опыт развития крупных корпораций, средних и малых фермерских хозяйств (личных и коллективных), сформированы механизмы государственного регулирования субъектами хозяйствования аграрной сферы. Его анализ и оценка позволит определить новые инструменты развития агробизнеса, повышения социального статуса работника аграрной сферы.

Цель настоящей публикации – проанализировать особенности ведения сельского хозяйства Таиланда, направлений регулирования отрасли, оценить их влияние на формирование карьерной траектории фермера.

Теоретической и методологической базой исследований послужили научные труды зарубежных авторов по вопросам развития аграрной отрасли Таиланда, программные документы, статистические данные, экспертные оценки. В процессе исследования использовались различные методы: монографический, абстрактно-логический, обобщения и аналогий, экспертных оценок, сравнения и другие. Автором проведены полевые исследования сельского хозяйства Таиланда.

Основная часть

Сектор малых по масштабу семейных фермерских хозяйств в Таиланде играет ключевую роль в обеспечении доходов сельского населения. Они демонстрируют повышенную устойчивость функционирования, создают больше рабочих мест в рамках местной экономики, сохраняют агробиоразнообразие и способствуют разнообразию рациона питания.

По данным Межпереписного обследования сельского хозяйства Королевства Таиланд, проведенного в 2018 г. [5], в стране насчитывается порядка 6 млн фермерских хозяйств (личных и коллективных), размер землепользования которых составляет 112,8 млн рай (35,1 % всей земельной площади королевства). Наибольшее их число – 2,8 млн (46,6 %) расположено в северо-восточной части страны, где они занимают 52,4 млн рай (46,5 %). Средний размер землепользования одного хозяйства составляет 18,9 рай.

Основная специализация тайских фермеров – растениеводство. Она включает возделывание таких сельскохозяйственных культур, как рис (в том числе выращивание для собственного потребления), паракаучук, многолетние, полевые, овощные лесные культуры, экзотические фрукты, травы и цветы, декоративные растения, содержание пастбищ, питомников деревьев и выращивание грибов. В животноводстве фермерские хозяйства занимаются разведением крупного рогатого скота на мясо, свиноводством, козоводством, овцеводством, птицеводством. Кроме того, в стране занимаются разведением тутовых шелкопрядов. На аквафермах разводят определенные виды рыб, лобстеров, креветок, лягушек, мягкотелых черепах, крокодилов (прудовое рыбоводство). Зачастую фермеры занимаются аквакультурой на рисовых полях.

В последние десятилетия молодежь как в Таиланде, так и других странах Азии стала меньше заниматься сельским хозяйством [5,6]. Согласно Национальной сельскохозяйственной переписи 2018 г., число владельцев ферм в возрасте до 35 лет уменьшалось в среднем на 44 тыс. чел. в год за предыдущие 10 лет. Это подтверждают данные табл. 1. В этой связи правительство страны оказывает поддержку молодым людям, которые мотивированы на аграрную занятость. Это выступает своего рода гарантией, что молодежь будет внедрять инновации и играть активную экономическую и социальную роль в обеспечении преемственности крестьянских поколений.

Таблица 1. **Возрастная структура владельцев фермерских хозяйств (за исключением корпораций) в Таиланде, 2008–2018 гг., процент**

Возраст владельца	Годы			2018 г. к 2008 г., п.п.
	2008	2013	2018	
До 25 лет	0,4	0,6	0,3	-0,1
25–34	6,3	5,2	3,1	-3,2
35–44	23,0	18,4	15,6	-7,4
45–54	30,4	31,1	30,8	0,4
55–64	23,6	26,2	31,5	7,9
65 и более	16,3	18,5	18,7	2,4
Всего	100,0	100,0	100,0	–

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [5].

Что касается уровня образования фермеров, то около 10 % из них не имеют никакого образования или имеют базовые навыки ведения сельскохозяйственной деятельности, порядка 23 % – владеют аттестатами о среднем образовании, имеют дипломы о профессионально-техническом и высшем образовании. Подавляющее же большинство, а это 67 % фермеров, имеют начальное образование.

Система аграрного образования Таиланда насчитывает 24 высших и 47 специализированных профессиональных учебных заведений. Первый сельскохозяйственный университет был открыт в 1943 г. Однако еще в 1898 г. формальное сельскохозяйственное образование было впервые введено в начальных школах в рамках обязательного компонента с целью ознакомления учащихся с фундаментальными сельскохозяйственными знаниями и практиками [7]. В частности, были созданы специализированные школы для подготовки учителей к преподаванию дисциплины в начальных школах. Однако данный проект был прекращен из-за резкого изменения образовательной политики, а также бюджетных ограничений. Далее система аграрного образования развивалась под влиянием концепции США в этой сфере [8, 9] (табл. 2).

Таблица 2. Основные периоды развития системы аграрного образования в Таиланде

Годы и период	Описание
1898 – Становление	Формальное образование в начальных школах, где аграрному направлению уделялось важное значение. Для этого осуществлялась подготовка педагогов в данном направлении
1960 – Зеленая революция	Адаптирована модель развития аграрного образования США. Возросла потребность в рабочей силе и технологиях в соответствии с требованиями зеленой революции. Переориентация тайского сельского хозяйства с натурального хозяйства на коммерческое, ориентированное на экспорт
1978 – Распространение	Несфокусированное расширение профессионального и высшего образования в сельском хозяйстве в ожидании спроса на рабочую силу со стороны государственного сектора
2002 – Реструктуризация	Сельскохозяйственное образование находится под влиянием целостной реформы в области образования в стране и обновленного направления в развитии сельского хозяйства

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [7].

В настоящее время учебные планы преимущественно охватывают изучение технологических аспектов осуществления сельскохозяйственной деятельности. Из общей совокупности учебных заведений аграрного профиля только три университета (это школы сельского хозяйства и технологий) предлагают программы обучения для будущих фермеров, оказывая наряду с этим консультационно-информационные услуги и для действующих фермеров. Такие программы включают аспекты управления фермерским хозяйством, организации производства, маркетинга и ведения учета.

Признавая определяющую роль аграрного образования в развитии отрасли, Таиландский исследовательский фонд инициировал масштабное исследование «Критический обзор: статус и перспективы аграрного образования в Таиланде» [7]. Помимо изучения исторических и современных аспектов становления сельскохозяйственного образования, были проведены глубинные и детальные интервью с 43 представителями сферы аграрного образования (инструкторы, исследователи, преподаватели, консультанты), органов управления (администраторы), субъектов агробизнеса (местные фермеры). Примечательно, что опрос тайских фермеров поднял такие насущные вопросы: кто получает преимущества от аграрного образования, так как оно не ориентировано на потребности фермеров и далеко от их реальных нужд. Респонденты также акцентировали внимание на том, что содержание образовательных программ нерелевантно реальности тайского сельского хозяйства и нуждам тайских фермеров. В этой связи полученные результаты позволили систематизировать сильные и слабые стороны аграрного образования в соответствии с уровнями его получения (табл. 3).

Таблица 3. Сильные и слабые стороны аграрного образования по уровням в Таиланде

Уровень	Сильные стороны / возможности	Слабые стороны / ограничения
Базовое	Направления текущих реформ обучения включают создание благоприятной среды для сельскохозяйственного образования. Разработаны сельскохозяйственные учебные программы, адаптированные к потребностям сельских сообществ Вовлечены члены сообщества, имеющие опыт в сельском хозяйстве. Локальные сети для активного обучения стимулируются государственными и неправительственными организациями	Слабый механизм для оказания помощи учителям на школьном уровне по управлению учебными программами, увязанными с потребностями сообщества. Недостаток подготовленных преподавателей и ресурсов для адекватного обучения. Недостаточная поддержка со стороны школьной администрации
Профессиональное	Налаженная образовательная инфраструктура. Накопленный опыт поддержки профессиональных программ в сельском хозяйстве. Сильные традиции в работе с общественностью	Ограниченные учебные ресурсы, как следствие несфокусированного распространения. Недостаточная подготовка поступающих студентов в соотношении «количество – качество». Критический дефицит бюджета, ограниченные ресурсы. Несфокусированное направление, как результат расширения зоны обслуживания несельскохозяйственных программ
Высшее	Прочная философская основа; руководство и миссия по обучению, исследованиям и информационно-пропагандистская деятельность, вдохновленная моделью аграрного образования США. Качество имеющихся ресурсов в престижных университетах, служащих как основа для развития учреждений высшего аграрного образования. Разнообразие программ в сельском хозяйстве	Разные по качеству программы вызваны в первую очередь за счет их несфокусированного распространения. Дефицит бюджета, ведущий к широкой коммерциализации в сельскохозяйственном образовании. Снижение доступа к возможности получения высшего образования для малообеспеченного населения, особенно из сельской местности

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [7].

Наряду с этим, в проведенном опросе тайских студентов (187 чел.), которые обучаются на профессиональных курсах и готовятся к получению университетского образования со специализацией «Будущий фермер», установлено следующее [6]. Среди этих студентов – 61 % планировали в будущем стать фермерами, занятыми полный рабочий день. Около 32 % планировали заниматься сельским хозяйством на условиях неполного рабочего дня в качестве второстепенной деятельности, приносящей доход. Большинство же студентов выразили желание создать *фермерское хозяйство*, которые было бы *диверсифицированным, наукоемким и капиталоемким*. Таким образом, опрос показал, что большинство учащихся происходят из фермерских семей и в будущем смогут получить доступ к земельным участкам своих родителей. Однако ими было отмечено, что они не имеют необходимых ресурсов, таких как собственность и навыки ведения сельского хозяйства, чтобы стать полноценным фермером. Следовательно, большинство студентов планировало потратить порядка 10 и более лет на приобретение этих ресурсов, прежде чем открывать сельскохозяйственную ферму. В этой связи в государственной программе поддержки аграрной отрасли выработаны меры оказания таковой выпускникам сельскохозяйственных учебных заведений, которые планируют заняться ведением сельского хозяйства.

Учащиеся также отметили препятствия (ограничения) для занятия фермерством: высокий коммерческий риск осуществления сельскохозяйственной деятельности, первоначальная потребность в собственности, невысокая доходность, ограниченные возможности увеличения дохода от фермерской деятельности в будущем, сложности с доступом к земельным ресурсам, низкий социальный статус фермера в обществе, тяжёлые условия труда. Причем особенно ими было акцентировано внимание на низком социальном статусе фермеров. Однако студенты университетов планируют создать современную ферму, которая, по их мнению, должна четко отличаться от тех фермерских хозяйств, которые считаются традиционными и с которыми они не хотят ассоциироваться. Кроме того, будущие фермеры стремятся иметь средние по масштабам производства фермы, применяя наукоемкие методы ведения сельского хозяйства и выращивая разнообразные культуры.

Большинство опрошенных студентов планируют применять модель интегрированного сельского хозяйства, то есть совместного возделывания сельскохозяйственных культур и содержания животных с целью повторного использования остатков (отходов) одного сельскохозяйственного производства в качестве питательных веществ для другого. Эта форма ведения устойчивого сельского хозяйства продвигается учреждениями сельскохозяйственного образования согласно принципам Философии достаточной экономики [10–12]. Она же поддерживается Министерством сельского хозяйства и кооперативов как целевая для функционирования малых фермерских хозяйств в Таиланде. Этот тип земледелия принципиально отличается от ферм, которые сосредоточены на выращивании ограниченного числа сельскохозяйственных культур или животных. Студенты также указали, что важное внимание они уделяют ограничению производственных рисков, например, внедряя ирригационные системы, используя вакцины и т.д. Следует отметить, что описанные студентами будущие фермы требовали значительного стартового капитала, технологий, навыков и компетенций.

Установленные тенденции предопределили выработку специальных мер поддержки выпускников сельскохозяйственных учреждений образования. Наряду с этим и благодаря активной позиции и мотивации ряда будущих фермеров создана возможность построения инновационных моделей фермерских хозяйств, на которые и будет сосредоточено оказание государственной поддержки. Для этого функционируют Центры поддержки инновационных решений в сельском хозяйстве, переработки продукции, Центры трансфера агротехнологий [13], Фонд поддержки реализации инициатив в аграрной отрасли [14].

По стратегическому направлению «Укрепление потенциала фермеров и их институтов», изложенному в Двадцатилетней стратегии сельского хозяйства и сотрудничества (2017–2036 гг.) и Пятилетнем плане развития сельского хозяйства Двенадцатого Национального Плана экономического и социального развития (2017–2021 гг.) [4] выработан комплекс мер, направленных на *повышение престижа сельскохозяйственной профессии посредством*:

- формирования новых поколений фермеров на основе получения ими новых компетенций по новым технологиям сельскохозяйственного производства, деловому администрированию, маркетингу, доступа к кредитным источникам. В целях развития агробизнеса совершенствуются процедуры передачи сельскохозяйственных земель. Кроме того, финансовая поддержка оказывается молодежи, которая планирует наследовать фермерские хозяйства родителей;

- проведения конкурсов на звание «Лучший фермер» и предоставления достижений широкой общественности, популяризации их среди молодежи;

- развития системы социального обеспечения фермеров посредством создания специального фонда с целью повышения их экономического и социального статуса;
- создания центра, который оказывает фермерам консультации и помощь в решении их проблем.

Заключение

В Таиланде разработаны и реализуются программы поддержки молодых фермеров, мероприятия которых нацелены на обеспечение доступа к земельным ресурсам, капиталу, рынкам, к знаниям, способности занять рыночную нишу, акцентируют освоение агротехнических приёмов и совершенствуют навыки ведения сельского хозяйства с целью сделать фермерство более привлекательной сферой труда и занятости.

Благодарности. Исследование выполнено по результатам участия в Ежегодных краткосрочных международных образовательных курсах «Содействие росту доходов и продовольственной безопасности с помощью диверсифицированных методов ведения сельского хозяйства с использованием интегрированных систем и подходов, основанных на участии» при поддержке Таиландского агентства международного сотрудничества и Чиангмайского университета Королевства Таиланд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Faysse, N. Public Policy to Support Young Farmers in Thailand / N. Faysse, K. Phiboon, T. Filloux // *Outlook on Agriculture*. – 2019. – DOI: 10.1177/0030727019880187.
2. Singhapreecha, C. Agricultural Policy Development in Thailand / C. Singhapreecha // *FFTC Agricultural Policy Platform (FFTC – AP)*. – Mode of access: <https://ap.fftc.org.tw/article/686>. – Date of access: 22.10.2020.
3. Singhapreecha, C. Economy and Agriculture in Thailand / C. Singhapreecha // *FFTC Agricultural Policy Platform (FFTC – AP)*. – Mode of access: <https://ap.fftc.org.tw/article/682>. – Date of access: 22.10.2020.
4. The Twenty-year Agriculture and Cooperative Strategy (2017–2036) and the Five-year Agriculture Development Plan under Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017–2021) / Ministry of Agriculture and Cooperatives [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2561/strategic20year_eng.pdf. – Date of access: 20.03.2021.
5. The 2018 Agriculture Intercensal Survey, Whole Kingdom / National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society, 2019. – 153 p.
6. Filloux, T. The Long Road to Becoming a Farmer: Thai Agricultural Students' Plans / T. Filloux, N. Faysse, P. Pintobtang // *Outlook on Agriculture*. – 48(1):003072701987993. DOI: 10.1177/0030727019879933.
7. Traimongkolkul, P. Lessons Learned and Present Prospects: a Critical Review of Agricultural Education in Thailand / P. Traimongkolkul, P. Tanpichai // *Journal of International Agricultural and Extension Education*. – 2005. – № 12(3). – P. 53–65.
8. Пашкевич, О. А. Опыт США в подготовке кадров для аграрной сферы: анализ и возможности использования / О. А. Пашкевич, Н. А. Пашкевич // *Государственное управление: Российская Федерация в современном мире. XII Междунар. конф. факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова, 29–31 мая 2014 г.: материалы*. – М.: ИНФРА-М, 2015. – С.532–536.
9. Пашкевич, О. А. Подготовка аграрных кадров в США: новые тенденции и перспективы / О. А. Пашкевич // *Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (г. Горки, 22–24 мая 2014 г.)*. – Горки: БГСХА, 2014. – С. 121–124.
10. Пашкевич, О. А. Сельское хозяйство Таиланда: ресурсы, занятость, регулирование / О. А. Пашкевич // *Наука и инновации*. – 2021. – № 8. – С. 68–74.
11. Пашкевич, О. А. Философия сельского хозяйства Таиланда / О. А. Пашкевич // *Наше сельское хозяйство*. – 2021. – № 5. – С. 115–119 (начало).
12. Пашкевич, О. А. Философия сельского хозяйства Таиланда / О. А. Пашкевич // *Наше сельское хозяйство*. – 2021. – № 9. – С. 125–130 (окончание).
13. SATI (Smarter Agriculture Thai Initiative): A Smarter Organic Farming Model for Thai Farmers / K. Sisang, I. Jamieson, J. Wongwatcharapaiboon, R. Chulerk // *Proc. 11th Built Environment Research Associates Conference, BERAC2020, 2020, Bangkok, Thailand*. – P. 17–26.
14. Rossi, A. Turning Red Rural Landscapes Yellow? Sufficiency Economy and Royal Projects in the Hills of Nan Province, Northern Thailand / A. Rossi // *ASEAS – Austrian Journal of South-East Asian Studies*. – 2012. – Vol. 5(2). – P. 275–291.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНОГО ФАКТОРА В ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ ФАКТОРНОМ АНАЛИЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО МЕТОДА**А. А. ГАЙДУКОВ**

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

(Поступила в редакцию 13.12.2021)

Одной из важнейших причин изменения результативных показателей в детерминированном факторном анализе является структура количественного признака. Традиционно уровень ее влияния на результативный показатель оценивается с помощью способов элиминирования – способа цепной подстановки и способа абсолютных разниц. Тем не менее у данных способов имеется существенный недостаток, который выражается в недооценке взаимодействия отдельных факторов между собой. Данный недостаток в определенной степени исключается при использовании в процессе анализа интегрального метода и способа логарифмирования.

В данной статье предложена методика оценки влияния структурного фактора на результативный показатель с применением интегрального метода. В качестве примера использованы фактические данные площади сельскохозяйственных земель и валовой продукции сельского хозяйства в разрезе отдельных категорий хозяйств Республики Беларусь за 2019–2020 гг. Результаты факторного анализа позволяют более точно определить роль изменения структуры использованных в производстве сельскохозяйственных земель по категориям хозяйств на валовую продукцию сельского хозяйства, произведенную всеми категориями. В конечном итоге это дает возможность для оптимального прогнозирования развития многоукладного сельского хозяйства республики.

Ключевые слова: детерминированный факторный анализ, структурный фактор, способ элиминирования, интегральный метод, валовая продукция, уровень производства, категория хозяйств.

One of the most important reasons for changing performance indicators in deterministic factor analysis is the structure of a quantitative attribute. Traditionally, the level of its influence on the performance indicator is assessed using elimination methods – the chain substitution method and the absolute difference method. Nevertheless, these methods have a significant drawback, which is expressed in the underestimation of interaction of individual factors with each other. This drawback is eliminated to a certain extent when using the integral method and the logarithm method in the analysis process.

This article proposes a methodology for assessing the influence of a structural factor on the performance indicator using the integral method. As an example, the actual data on the area of agricultural land and gross agricultural output in the context of certain categories of farms in the Republic of Belarus for 2019–2020 were used. The results of the factor analysis make it possible to more accurately determine the role of changes in the structure of agricultural land used in production by categories of farms on the gross agricultural output produced by all categories. Ultimately, this provides an opportunity for optimal forecasting of the development of a multi-structural agriculture of the republic.

Key words: deterministic factor analysis, structural factor, elimination method, integral method, gross output, production level, category of farms.

Введение

Традиционно оценка влияния структурного фактора на изменение результативного показателя в детерминированном факторном анализе проводится с использованием способов элиминирования – способа цепной подстановки и способа абсолютных разниц [4, 7, 8]. Тем не менее у данных способов существует недостаток, который заключается в том, что в процессе оценки влияния отдельных факторов не учитывается их взаимодействие между собой. Такое взаимодействие в определенной степени позволяет учесть при использовании в процессе анализа интегрального метода и способа логарифмирования [4, 8].

На наш взгляд, в настоящее время повышается роль отдельных категорий хозяйств в обеспечении прироста валовой продукции сельского хозяйства, в том числе в аграрном секторе Республики Беларусь [1, 2, 3]. В связи с этим требуется более точный учет изменения как структуры производства, так и структуры отдельных видов ресурсов в разрезе отдельных категорий хозяйств и их воздействие на результаты производственной деятельности. Такую оценку можно провести с применением отдельной методики при использовании интегрального метода факторного анализа.

Основная часть

Традиционно количественная оценка влияния структурного фактора в детерминированном факторном анализе проводится с помощью способов элиминирования: способа цепной подстановки и способа абсолютных разниц. При этом первоначальная двухфакторная мультипликативная модель расширяется с выделением из первого количественного фактора составных частей. Общий вид факторной модели в данном случае имеет следующий вид:

$$y = \sum_{i=1}^n A_{\text{общ}} \cdot U_{D_i} \cdot B_i,$$

где y – результирующий показатель; $A_{\text{общ}}$ – общее значение количественного показателя A ; U_{D_i} – удельный вес (доля) отдельной части i в общей структуре количественного показателя A ; B_i – значение качественного показателя B для отдельной части i показателя A ; i – номер составной части показателя A ; n – общее количество составных частей показателя A .

Тем не менее влияние структурного фактора на результирующий показатель можно выделить при проведении факторного анализа с использованием общей двухфакторной мультипликативной модели с использованием балансового метода по формуле:

$$\sum_{i=1}^n \Delta U_{D_i} = \Delta y - \Delta A_{\text{общ}} - \sum_{i=1}^n \Delta B_i.$$

При этом последовательно определяется влияние на изменение результирующего показателя факторов $A_{\text{общ}}$ и B_i . Оценка количественного влияния первого фактора проводится с использованием общей факторной модели:

$$y = A_{\text{общ}} \cdot B_{\text{ср}},$$

где $B_{\text{ср}}$ – среднее значение качественного признака B для общего значения количественного показателя A .

В свою очередь суммарное влияние качественного фактора B определяется по двухфакторной модели в разрезе отдельных составных частей показателя A :

$$y_i = A_i \cdot B_i.$$

В качестве примера можно рассмотреть оценку количественного влияния структуры сельскохозяйственных земель в разрезе отдельных категорий хозяйств республики. Исходные данные для проведения факторного анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика площади сельскохозяйственных земель и валовой продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств Республики Беларусь

Категория хозяйств	Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га			Валовая продукция, млн руб.		
	2019 г.	2020 г.	Изменение, +, -	2019 г.	2020 г.	Изменение, +, -
Сельскохозяйственные организации (СХО)	7377,2	7298,2	- 79,0	16464	18453	+ 1989
Крестьянские (фермерские) хозяйства (КФХ)	213,9	247,4	+ 33,5	556	589	+ 33
Хозяйства населения (ХН)	712,4	666,1	- 46,3	3619	3707	+ 88
ИТОГО...	8303,5	8211,7	- 91,8	20639	22749	+ 2110

Примечание. Расчеты автора на основании источников [5, 6].

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что за указанный период валовая продукция сельского хозяйства увеличилась за счет прироста по всем категориям хозяйств. Вместе с тем используемая в процессе производства площадь сельскохозяйственных земель в целом по всем категориям хозяйств уменьшилась при достаточно существенном увеличении по КФХ. Это предполагает изменение структуры площадей в разрезе указанных категорий. Для проведения факторного анализа с учетом влияния структуры площадей по категориям хозяйств будет использована следующая факторная модель:

$$ВП = \sum_{i=1}^3 S_{\text{общ}} \cdot U_{D_i} \cdot U_{P_i},$$

где $ВП$ – валовая продукция сельского хозяйства, млн руб.; $S_{\text{общ}}$ – площадь сельскохозяйственных земель по всем категориям хозяйств, тыс. га; U_{D_i} – доля сельскохозяйственных земель i -й категории хозяйств; U_{P_i} – уровень производства валовой продукции сельского хозяйства в i -й категории хозяйств, тыс. руб./га; i – номер категории хозяйств. В табл. 2 приведены исходные данные для проведения анализа влияния основных факторов на изменение валовой продукции сельского хозяйства.

Таблица 2. Исходные данные для проведения факторного анализа

Категория хозяйств	Сельскохозяйственные земли				Уровень производства валовой продукции, тыс. руб./га	
	2019 г.		2020 г.		2019 г.	2020 г.
	тыс. га	доли	тыс. га	доли		
Сельскохозяйственные организации (СХО)	7377,2	0,888	7298,2	0,889	2,23	2,53
Крестьянские (фермерские) хозяйства (КФХ)	213,9	0,026	247,4	0,030	2,60	2,38
Хозяйства населения (ХН)	712,4	0,086	666,1	0,081	5,08	5,57
ИТОГО...	8303,5	1,000	8211,7	1,000	2,49*	2,77*

Примечание. Расчеты автора на основании источников [5, 6]; * – в среднем по всем категориям хозяйств.

Согласно представленной факторной модели, определяется уровень влияния каждого из факторов (способом цепной подстановки).

Вспомогательные расчеты:

$$ВП_{2019} = 20639 \text{ млн руб.}$$

$$ВП_{\text{усл1}} = 8211,7 \cdot 0,888 \cdot 2,23 + 8211,7 \cdot 0,026 \cdot 2,60 + 8211,7 \cdot 0,086 \cdot 5,08 = 20411 \text{ млн руб.}$$

$$ВП_{\text{усл2}} = 8211,7 \cdot 0,889 \cdot 2,23 + 8211,7 \cdot 0,030 \cdot 2,60 + 8211,7 \cdot 0,081 \cdot 5,08 = 20315 \text{ млн руб.}$$

$$ВП_{2020} = 22749 \text{ млн руб.}$$

На изменение валовой продукции в целом по всем категориям хозяйств уровень влияния факторов составил:

– общей площади сельскохозяйственных земель:

$$\Delta ВП_{\text{общ}} = ВП_{\text{усл1}} - ВП_{2019} = 20411 - 20639 = -228 \text{ млн руб.}$$

– структуры площадей сельскохозяйственных земель в разрезе категорий хозяйств:

$$\Delta ВП_{\text{стр}} = ВП_{\text{усл2}} - ВП_{\text{усл1}} = 20315 - 20411 = -96 \text{ млн руб.}$$

– уровня производства валовой продукции:

$$\Delta ВП_{\text{уп}} = ВП_{2020} - ВП_{\text{усл2}} = 22749 - 20315 = 2434 \text{ млн руб.}$$

Таким образом, изменение уровня производства валовой продукции сельского хозяйства в среднем по всем категориям хозяйств в 2020 г. по сравнению с 2019 г. обусловило прирост валовой продукции на 2434 млн руб. Изменение общей площади сельскохозяйственных земель и их структуры в разрезе отдельных категорий хозяйств вызвало снижение валовой продукции на 228 млн руб. и 96 млн руб. соответственно.

Результаты факторного анализа валовой продукции способом цепной подстановки с использованием двухфакторной модели в целом по всем категориям хозяйств и по каждой в отдельности приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты факторного анализа валовой продукции сельского хозяйства по всем категориям хозяйств Республики Беларусь (2019–2020 гг.)

Категория хозяйств	Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га		Уровень производства валовой продукции, тыс. руб./га		Валовая продукция, млн руб.			Изменение валовой продукции, млн руб.		
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	усл.	2020 г.	всего	В т. ч. за счет:	
									S	Уп
В целом по всем категориям хозяйств										
Все категории	8303,5	8211,7	2,49	2,77	20639	20411	22749	+ 2110	- 228	+ 2338
В разрезе категорий хозяйств										
СХО	7377,2	7298,2	2,23	2,53	16464	16288	18453	+ 1989	- 176	+ 2165
КФХ	213,9	247,4	2,60	2,38	556	643	589	+ 33	+ 87	- 54
ХН	712,4	666,1	5,08	5,57	3619	3384	3707	+ 88	- 235	+ 323
ИТОГО...	8303,5	8211,7	–	–	20639	20315	22749	+ 2110	- 324	+ 2434

Примечание. Расчеты автора на основании источников [5, 6].

Как показывают данные табл. 3, влияние общей площади сельскохозяйственных земель на изменение валовой продукции (– 228 млн руб.) в целом по всем категориям хозяйств совпадает с уровнем влияния данного фактора при использовании факторной модели с включением структурного фактора. Следовательно, влияние структурного фактора в этом случае включается во влияние уровня производства валовой продукции сельского хозяйства (качественного фактора) в среднем по всем категориям хозяйств. Вместе с тем при проведении факторного анализа в разрезе отдельных категорий хозяйств, сумма влияния уровня производства валовой продукции по категориям хозяйств (+ 2434 млн руб.) равна воздействию данного фактора с учетом структурного фактора.

Как известно, использование интегрального метода при проведении факторного анализа позволяет исключить недостаток способов элиминирования, который выражается в отсутствии учета взаимодействия факторов, и получить более точные результаты. Интегральный метод позволяет анализировать влияние факторов в двухфакторных моделях и, соответственно, получить результаты, которые можно представить в виде табл. 3. Для этой цели традиционно используется следующая методика:

$$\Delta y_A = \Delta A \cdot B_0 + \Delta A \cdot \Delta B;$$

$$\Delta y_B = \Delta B \cdot A_0 + \Delta A \cdot \Delta B.$$

Результаты факторного анализа валовой продукции сельского хозяйства с использованием интегрального метода представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты факторного анализа валовой продукции сельского хозяйства (с использованием интегрального метода) по всем категориям хозяйств Республики Беларусь (2019–2020 гг.)

Категория хозяйств	Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га		Уровень производства валовой продукции, тыс. руб./га		Валовая продукция, млн руб.		Изменение валовой продукции, млн руб.		
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	всего	В т. ч. за счет:	
									S
В целом по всем категориям хозяйств									
Все категории	8303,5	8211,7	2,49	2,77	20639	22749	+ 2110	– 241	+ 2351
В разрезе категорий хозяйств									
СХО	7377,2	7298,2	2,23	2,53	16464	18453	+ 1989	– 188	+ 2177
КФХ	213,9	247,4	2,60	2,38	556	589	+ 33	+ 83	– 50
ХН	712,4	666,1	5,08	5,57	3619	3707	+ 88	– 246	+ 334
ИТОГО...	8303,5	8211,7	–	–	20639	22749	+ 2110	– 351	+ 2461

Примечание. Расчеты автора на основании источников [5, 6].

Результаты факторного анализа, проведенного интегральным методом с учетом взаимодействия факторов, показывают на более значительное отрицательное влияние общей площади сельскохозяйственных земель (– 241 млн руб.) и также более значительное положительное воздействие на результативный показатель уровня производства валовой продукции сельского хозяйства во всех категориях хозяйств республики (+ 2461 млн руб.). При этом влияние структурного фактора будет следующим:

$$\Delta \text{ВП}_{\text{стр}} = \sum_{i=1}^n \Delta \text{УД}_i = \Delta \text{ВП} - \Delta S_{\text{общ}} - \sum_{i=1}^n \Delta \text{УП}_i = 2010 + 241 - 2461 = -210 \text{ млн руб.}$$

Следовательно, отрицательное влияние структуры площади сельскохозяйственных земель в разрезе отдельных категорий хозяйств на валовую продукцию сельского хозяйства более значительное, чем было определено ранее с помощью способов элиминирования, и составляет 210 млн руб.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

– традиционное использование интегрального метода не позволяет оценить влияние структурного фактора на изменение результативного показателя в детерминированном факторном анализе;

– с использованием предлагаемой методики существует возможность определить влияние структурного фактора на изменение результативного показателя за счет выделения уровня воздействия общего значения количественного фактора и суммы влияния качественного фактора в разрезе отдельных составных частей сложного явления;

– апробирование предлагаемой методики при анализе влияния отдельных факторов на валовую продукцию сельского хозяйства по всем категориям хозяйств Республики Беларусь позволяет отметить более значительную роль структурного фактора в изменении результативного показателя по сравнению с итогами факторного анализа с использованием способов элиминирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдуков, А. А. Отдельные аспекты оценки воздействия основных факторов на изменение стоимости валовой продукции личных подсобных хозяйств граждан / А. А. Гайдуков // Актуальные проблемы и перспективы развития государственной статистики в современных условиях: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. в 2 томах, т.2, Саратов, 20–22 января 2020 г. / Саратовстат, Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВО РЭУ им. Г. В. Плеханова – Саратов: ФГБОУ ВО РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 107–110.

2. Гайдуков, А. А. Роль земельных ресурсов в обеспечении прироста валовой продукции сельского хозяйства крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения Республики Беларусь / А. А. Гайдуков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 3. – С. 9–13. – С. 5–9.

3. Гайдуков, А. А. Роль хозяйств населения в производстве продукции сельского хозяйства Беларуси и России / А. А. Гайдуков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 1. – С. 25–28.

4. Савицкая, Г. В. Теоретические основы анализа хозяйственной деятельности: учеб. пособие / Г. В. Савицкая. – М.: Инфра-М, 2020. – 217 с.

5. Сельское, лесное и рыбное хозяйство / Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaistvo/godovye-dannye/>. – Дата доступа: 03.12.2021.

6. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь: ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск: [б. и.], 2021. – 178 с.

7. Теоретические основы бухгалтерского учета и анализа (часть 2): методические указания и задания для практических занятий / А. А. Гайдуков, В. В. Мангутова. – Горки: БГСХА, 2017. – 35 с.

8. Шеремет, А. Д. Теория экономического анализа: учебник / А. Д. Шеремет. – М.: Инфра-М, 2019. – 389 с.

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В АГРАРНОЙ СФЕРЕ

Т. А. ТЕТЕРИНЕЦ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: talad79@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.01.2022)

В статье приведены результаты инвестиционного анализа формирования и развития человеческого капитала в аграрной сфере Республики Беларусь. Детальное изучение отечественных и зарубежных литературных источников позволило рассмотреть существующие методологические подходы оценки инвестиций в человеческий капитал. Проведенное исследование обусловило необходимость разработки нового методического инструментария комплексного анализа финансовых ресурсов, способствующих формированию, развитию и приращению человеческого капитала в аграрной сфере. В этом контексте была разработана структурно-логическая модель анализа инвестиций в развитие аграрного человеческого капитала, основанная на комплексном мониторинге источников финансирования на различных уровнях их образования. Широкий перечень специфических черт формирует ее новизну и практическую значимость, тем самым способствуя теоретико-методологическому развитию экономической мысли. Прикладная реализация представленной модели раскрывается методикой экономической оценки инвестиций в аграрный человеческий капитал. Одной из основных ее особенностей является выявление статистических возможностей исследования социально-экологических «нетто-инвестиций», отражающих возможности финансирования развития человеческого капитала на местном уровне. Подобный скрининг инвестиционных возможностей в разрезе сельских территорий осуществляется на районном и республиканском уровнях без учета финансовых возможностей областных бюджетов и бюджетов городов областного подчинения. Особое внимание уделено инвестиционному самофинансированию местного населения. Выявлена значимость данного источника и его преобладающее воздействие на инвестиционный процесс. В дополнение к вышеперечисленному существенно расширен перечень факторов, предполагающий учет затрат как на финансирование социальной сферы, так и на охрану окружающей среды. Результаты эмпирической апробации методики инвестиционного анализа позволяют не только выявить наиболее значимые источники инвестиций в человеческий капитал в аграрной сфере Беларуси, но и формируют исходную информационную платформу определения его стоимостной величины.

Ключевые слова: инвестиции, источники, анализ, человеческий капитал, развитие аграрная сфера, модель, методика.

The article presents the results of an investment analysis of the formation and development of human capital in the agricultural sector of the Republic of Belarus. A detailed study of domestic and foreign literary sources made it possible to consider the existing methodological approaches to assessing investment in human capital. The conducted research necessitated the development of a new methodological toolkit for a comprehensive analysis of financial resources that contribute to the formation, development and increment of human capital in the agricultural sector. In this context, a structural-logical model for analyzing investments in the development of agricultural human capital was developed, based on a comprehensive monitoring of funding sources at various levels of their formation. A wide list of specific features forms its novelty and practical significance, thereby contributing to the theoretical and methodological development of economic thought. The applied implementation of the presented model is revealed by the method of economic evaluation of investments in agricultural human capital. One of its main features is the identification of statistical opportunities for the study of social and environmental "net investments", reflecting the possibilities of financing the development of human capital at the local level. Such screening of investment opportunities in the context of rural areas is carried out at the district and republican levels without taking into account the financial capabilities of regional budgets and the budgets of cities of regional subordination. Particular attention is paid to the investment self-financing of the local population. The significance of this source and its prevailing impact on the investment process are revealed. In addition to the above, the list of factors has been significantly expanded, which involves taking into account the costs of both financing the social sphere and environmental protection. The results of empirical testing of the investment analysis methodology allow not only to identify the most significant sources of investment in human capital in the agricultural sector of Belarus, but also form the initial information platform for determining its value.

Key words: investments, sources, analysis, human capital, development of the agricultural sector, model, methodology.

Введение

В современном мире человеческий капитал является одним из основных факторов устойчивого развития аграрного сектора. Направления развития инновационной экономики определяются людьми, генерирующими новые идеи, знания, технологии. Прогрессивные темпы технологического прогресса обусловлены не только наличием определенной материально-технической базы, но и количественным составом и качественным состоянием человеческих ресурсов. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы инвестирования человеческого развития как основного инструмента преобразования человеческого потенциала АПК в наиболее ликвидные активы. Объективными последствиями прогрессивного технологического развития аграрного сектора является обострение конкурентной борьбы на рынке труда, усиление дифференциации доходов, появлении новых видов деятельности, требующих от исполнителей креативного мышления, владения современными навыками. Все вышеперечисленное определяет основную цель исследования – проведение инвестиционного анализа формирования человеческого капитала организаций аграрного сектора.

По мнению большинства отечественных и зарубежных исследователей, классическая схема инвестиционного анализа затрат, связанных с формированием и развитием человеческого капитала, раскрывается сквозь призму бюджетных расходов на образование, здравоохранение, социальную политику и территориальную инфраструктуру [1–2]. Американские ученые Д. Кендрик, Р. Эйсер и их последователь Г. Эверхарт отмечали высокую значимость этих вложений вследствие последующей окупаемости [3–5]. Т. Шульц, раскрывая методологические аспекты оценки человеческого капитала, отмечал необходимость учета затрат на формальное и неформальное обучение, здравоохранение, а также упущенных выгод вследствие обучения с отрывом от трудовой деятельности [6].

Основная часть

Несмотря на достаточно широкую освещенность исследуемых вопросов в литературных источниках, методика оценки эффективности инвестиций в развитие аграрного человеческого капитала требует существенной доработки. Территориально-отраслевая ориентация предмета исследования, детализация источников финансирования исходя из места их возникновения и направлений использования актуализируют задачу ее модификации с целью синтеза полученных данных в единую методологическую цепь определения стоимостной величины аграрного человеческого капитала (рис. 1).



Рис. 1. Методологическая схема анализа и оценки эффективности инвестиций в развитие аграрного человеческого капитала. *Источник: собственная разработка*

Представленная схема анализа и оценки эффективности инвестиций в развитие аграрного человеческого капитала представляет собой логическую последовательность выполнения аналитических действий, нацеленных на проведение детального анализа инвестиционных ресурсов, структурной оценки количественной величины человеческого капитала и на этой основе мониторинга эффективности использования государственного и частного финансирования.

Комплексность данной методики обеспечивается количественной и качественной взаимосвязью территориально-отраслевых уровней исследуемых индикаторов, синтезирующихся в единую мультипликативную систему. Предложенный механизм анализа и оценки имеет замкнутый цикл, что суще-

ственно повышает устойчивость получения конечных результатов независимо от динамики экзогенных переменных, а, следовательно, и его практикоориентированность.

Инвестиционная оценка затрат, обеспечивающих формирование и развитие аграрного человеческого капитала, базируется на:

~ дифференциации инвестиционных затрат на восстановительные, обеспечивающие реновацию человеческого капитала, и накопительные, способствующие его приращению. Комплексность и последовательность их учета позволяет увеличить глубину и детализировать предметность экономического анализа, а также выявить наиболее значимые факторы, определяющие финансовые возможности развития аграрного человеческого капитала;

~ территориально-отраслевая проекция анализа инвестиций в аграрный человеческий капитал, учитывающей как государственные, так и частные источники финансирования, формируемые в разрезе сельских территорий;

~ конкретизации финансовых инструментов (нетто-инвестиций), способствующих формированию аграрного человеческого капитала в разрезе сельских территорий путем устранения из базового уровня местных бюджетов их величины, формируемой в областных центрах и городах областного подчинения;

~ ориентации объекта исследования в плоскость устойчивого накопления аграрного человеческого капитала посредством исключения из потребительских расходов домашних хозяйств в сельских населенных пунктах затрат на приобретение алкогольной продукции и табачных изделий;

~ последовательности системы инвестиционного анализа и оценки, раскрывающаяся хронологией мониторинга индивидуального (личного), корпоративного (отраслевого), базового (местного) и общего (республиканского) уровней финансирования, в совокупности формирующих инвестиционную панораму формирования и развития аграрного человеческого капитала с учетом мультипликативного воздействия источников финансирования;

~ взаимосвязи показателей экономического анализа и количественного измерения величины аграрного человеческого капитала, в совокупности формирующих единую систему эндогенных и экзогенных факторов, обусловленных инвестиционными возможностями сельских территорий;

~ экологизации формирования аграрного человеческого капитала посредством учета бюджетных расходов на сохранение и улучшение состояния окружающей среды в совокупности с финансированием социальных инвестиций;

~ уточнении расчетной величины аграрного человеческого капитала путем использования поправочных коэффициентов, характеризующих уровень безработицы сельского населения. Последние выступают индикатором неэффективности инвестиционных вложений и отражают величину нереализованного человеческого потенциала;

~ адаптации методологии исчисления износа аграрного человеческого капитала к особенностям объекта исследования и социально-экономическим условиям, определяющим его капитализацию.

Следуя подходам вышеизложенной методики, анализ и оценка затрат, обуславливающих формирование, развитие и накопление аграрного человеческого капитала может быть представлены сквозь призму индикаторов государственного бюджетирования социальной сферы, включая жилищно-коммунальные услуги, строительство и охрану окружающей среды, а также потребительских расходов населения. Потребительские расходы аккумулируют в себе траты домашних хозяйств на питание, покупку необходимых непродовольственных товаров, а также оплату различных услуг. Предложенная система показателей раскрывает механизм накопления человеческого капитала, с позиции, заложенных в государственной политике, социальных ориентиров. Бюджетирование социальных и экологических расходов формирует основы создания экономической платформы приращения человеческого капитала, в то время как потребительские издержки отражают возможности и стремление местного населения к его накоплению. В этой связи затраты на покупку алкогольных и табачных изделий необходимо исключить, как статьи, препятствующие устойчивому накоплению человеческого капитала (рис. 2).

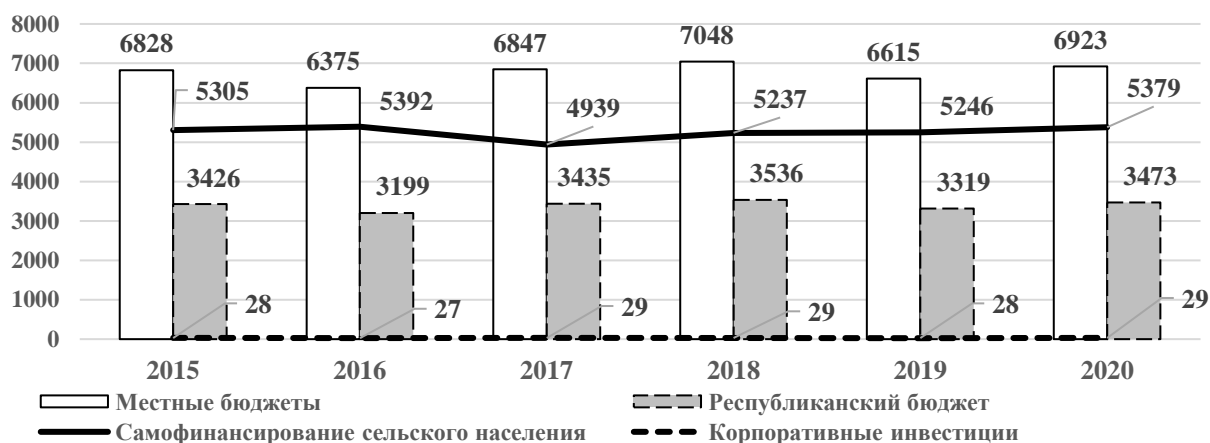


Рис. 2. Динамика инвестиционных расходов формирования человеческого капитала в разрезе источников финансирования, в постоянных ценах 2015 г., млн руб. Источник: рассчитано на основе [7]

Изучение объективной динамики изменения рассматриваемых показателей обусловила необходимость пересчета текущих данных в постоянные цены. Использование такого подхода подтверждается научными исследованиями, имеет доказательную методологическую базу и апробировано на практике [8]. Сравнительная оценка инвестиционных расходов формирования человеческого капитала в разрезе источников финансирования характеризуется разноплановой динамикой изменения и требует отдельного рассмотрения составляющих компонентов.

Одним из ключевых факторов, определяющих возможности и уровень накопления аграрного человеческого капитала, выступает самоинвестирование сельского населения. Несмотря на снижение абсолютной величины потребительских расходов, ее удельный вес в исследуемом интервале имеет устойчивую тенденцию роста и составляет на конец 2020 г. 36,3 % от совокупного размера инвестиционных затрат.

Интенсивность самовоспроизводства человеческого капитала обусловлена влиянием эндогенных и экзогенных факторов. Воздействие первых проявляется социально-экономическими императивами государства. Влияние экзогенных факторов обусловлено волей и желаниями человека, состоянием социальной инфраструктуры, действенностью система трансфера знаний. В этом контексте особого внимания заслуживает анализ состава и структуры потребительских расходов сельского населения (табл. 1).

Таблица 1. Состав и структура потребительских расходов сельского населения, %

Состав потребительских расходов	Годы					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
приобретение продуктов питания (без учета алкогольной и табачной продукции)	42,9	43,0	41,2	39,6	39,6	39,3
приобретение непродовольственных товаров	34,3	32,5	34,0	35,1	34,9	35,6
оплата услуг	18,5	20,4	21,1	21,6	22,1	21,9
Относительная величина инвестиционных затрат в совокупной величине потребительских расходов	95,7	95,9	96,3	96,3	96,6	96,8

Примечание: составлено на основании [7].

Данные табл. 1 свидетельствуют об аккумулировании потребительских расходов сельского населения в долгосрочные инвестиции, обеспечивающие положительный прирост человеческого капитала. Реструктуризация элементов потребительских расходов отражает заинтересованность сельского населения в приращении своего потенциала. Увеличение доли услуг и непродовольственных товаров в составе потребительской корзины сельского населения в совокупности со снижением потребления продуктов питания выступает накопительным маркером инвестиционных затрат. Ориентация местных жителей на здоровый образ жизни, культуру питания, повсеместность использования мобильной и интернет-связи, повышение образовательного уровня при одновременном снижении трат на алкогольные и табачные изделия формирует основы не только развития существующего аграрного человеческого капитала, но и создает благоприятный задел формирования будущего человеческого потенциала.

Существенная роль в формировании и накоплении человеческого капитала принадлежит корпоративным инвестициям, представляющим собой затраты организаций аграрного сектора на профессиональное обучение, культурно-бытовое обслуживание персонала, оплату работникам жилья, питания, проживания, топлива. Точечное инвестирование развития человеческого капитала в организациях

позволяет получить мультипликативный эффект, выражаемый приращением человеческого потенциала и на этой основе увеличения добавленной стоимости как на аграрном предприятии, так в целом по отрасли.

Анализ корпоративных инвестиций отражает их незначительный вклад в развитие аграрного человеческого капитала. Практически невесомая величина затрат на профессиональное обучение работников сельскохозяйственных организаций существенно ограничивает возможности капитализации человеческого капитала, создавая предпосылки его перелива в наиболее инновационно ориентированные сферы деятельности. Наиболее существенной статьёй в структуре корпоративных инвестиций выступают расходы, связанные с оплатой питания, проживания, топлива. Их удельный вес составляет менее 1 % от общего размера затрат на рабочую силу. Однако, их роль в большей степени является компенсационной, нежели инвестиционной.

Местные бюджеты, являясь частью консолидированной системы финансового обеспечения человеческого капитала, концентрируют более 50 % государственных средств и предназначены для решения задач и исполнения функций местного самоуправления. С позиции формирования и базового развития аграрного человеческого капитала, эти ресурсы обеспечивают создание его исходной инфраструктуры. Расходы районных бюджетов является наиболее емким источником, составляя более 45 % от консолидированной величины, и более 75% их затрат используется на капитализацию человеческого капитала.

Принимая во внимание тот факт, что объектом инвестиционного анализа выступает аграрный человеческий капитал, изучение расходов местных бюджетов осуществляется без учета бюджетов областных центров и городов районного подчинения, т.е. в разрезе социально-экологических «нетто-инвестиций». Данное обстоятельство выступает необходимым условием территориально-отраслевой проекции анализа инвестиционных затрат в развитие человеческого капитала на районном и республиканском уровнях. (табл. 2).

Таблица 2. Структура «нетто-инвестиций» в человеческий капитал в составе местных бюджетов, %

Показатели	Годы					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
«Нетто-инвестиции» в человеческий капитал, в том числе:	100	100	100	100	100	100
жилищно-коммунальные услуги и жилищное строительство	25,2	20,6	19,6	19,7	20,4	18,4
здравоохранение	26,8	28,4	29,5	28,4	28,5	32,5
образование	36,9	38,8	38,1	39,1	40,1	38,6
охрана окружающей среды	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
социальная политика	4,9	5,3	5,4	5,1	4,8	4,8
физическая культура, спорт, культура и СМИ	6,1	6,8	7,4	7,5	6,2	5,5
Удельный вес «нетто-инвестиций» в человеческий капитал в общей величине местных бюджетов	75,8	73,7	73,4	77,7	78,0	79,3

Примечание: рассчитано на основании [10].

Расходы местных бюджетов на образование является одними из наиболее капиталоемких – 38,6 % в структуре совокупных инвестиций и 30,6 %, в общем объеме местных бюджетов. Их значительный удельный вес свидетельствует о приоритетах государственной, определяющих базисную платформу интеллектуального развития сельских жителей. Расходы на образование – основополагающий индикатор формирования человеческого капитала, соответственно уровень развития образовательной системы сельских территорий оказывает огромное влияние на процесс его дальнейшего приращения [11]. Затраты на здравоохранение составляют более трети в структуре совокупных инвестиционных расходов и более четверти – общей величины местных бюджетов. Сложившаяся в настоящее время эпидемиологическая обстановка обусловила их увеличение, тем самым, дисбалансируя финансирование иных социальных расходов [12].

Комплексный анализ «нетто-инвестиций» в аграрный человеческий капитал свидетельствует об их высокой концентрации в составе бюджетных ресурсов, тем самым, подтверждая социальную ориентированность местного финансирования. Их весьма высокая относительная величина и сложившаяся тенденция роста формируют благоприятные предпосылки устойчивого развития аграрного человеческого капитала.

Несмотря на высокую значимость самоинвестирования и местного финансирования аграрного человеческого капитала отсутствие анализа капиталовложений на республиканском уровне отражает фрагментарную картину его развития. Значительная часть затрат, обеспечивающих его приращение, формируется на общегосударственной платформе, обеспечивая функционирование научной, образовательной, культурной деятельности, реализацию основополагающих направлений социальной политики, производственной и обслуживающей инфраструктуры (табл. 3).

Таблица 3. Инвестиции в человеческий капитал в структуре республиканского бюджета, %

Показатели	Годы					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Инвестиции в человеческий капитал, в том числе:	100	100	100	100	100	100
жилищно-коммунальные услуги и жилищное строительство	2,8	1,9	1,6	3,7	3,1	2,9
здравоохранение	19,8	21,4	23,6	21,5	22,1	24,5
образование	20,6	19,0	20,6	21,1	22,3	24,3
охрана окружающей среды	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
социальная политика	45,2	46,3	42,5	38,5	38,5	36,5
физическая культура, спорт, культура и СМИ	9,5	9,6	9,9	13,2	11,9	9,5
Удельный вес инвестиций в человеческий капитал в структуре республиканского бюджета	22,5	21,9	22,8	22,7	22,4	20,0

Примечание: рассчитано на основании [10].

Республиканская проекция инвестиций в человеческий капитал диаметрально меняет сложившуюся картину: удельный вес инвестиций в человеческий капитал в структуре республиканского бюджета в 2020 г. составил лишь пятую часть его общей величины, снизившись за исследуемый период на 2,5 п.п. Формирование экономики знаний, интеллектуальным ядром которой выступает человеческий капитал, невозможно в условиях ограниченного финансирования. Опыт развитых зарубежных стран свидетельствует, что обеспечение ускоренного технологического развития на базе наукоемкой экономической модели осуществлялось посредством переориентации инвестиционных ресурсов на финансирование интеллектуального капитала.

В качестве положительного фактора можно отметить неуклонно возрастающий рост затрат на образование и сравнительную устойчивость расходов на охрану окружающей среды. Данные направления являются достаточно весомыми детерминантами формирования и развития аграрного человеческого капитала [13]. Образовательная сфера, проникая во все слои населения, обеспечивает не только его накопление посредством обучения на различных этапах и ступенях, но и способствует его аккумуляции путем образования вертикально-интегрированных трансфертных потоков передачи знаний.

Комплексный инвестиционный анализ позволяет констатировать существенные структурные деформации финансовых ресурсов, обусловленные разнонаправленной динамикой рассматриваемых источников. Затраты на жилищно-коммунальные услуги и жилищное строительство, здравоохранение, социальную политику, физическую культуру, спорт, культуру, средства массовой информации характеризуются разновекторными трендами, не имеющими четко выраженной линейности. Указанные обстоятельства позволяют отметить следующее: несмотря на достаточно высокие социальные ориентиры государственной политики, пути и механизмы формирования и развития аграрного человеческого капитала не отличаются динамично положительным курсом.

Сложившаяся ситуация способствует формированию замкнутого круга, в котором сокращение финансирования аграрного человеческого развития выступает одним из основных факторов, сдерживающим возможности стабильного роста отдельных секторов экономики и в дальнейшем создает негативные предпосылки государственного инвестирования социальной сферы в целом, и человеческого капитала, в частности. Важно заметить, что в данном контексте бюджетное финансирование имеет преобладающее значение в сравнении с другими инвестиционными источниками вследствие их масштабности, целеполагания и социальной ориентированности.

В силу вышеизложенного возникает необходимость изучения консолидации инвестиций в развитие аграрного человеческого капитала как совокупности затрат республиканского и местных бюджетов, участие которых в финансировании человеческого развития неоднозначно и в последний год характеризуется противоположными тенденциями (рис. 3).



Рис. 3. Бюджетное инвестирование аграрного человеческого капитала, в постоянных ценах 2015 г., млн руб. Источник: собственные расчеты.

Количественная интерпретация графических данных свидетельствует о сокращении консолидированных инвестиций в аграрный человеческий капитал на 521 млн руб, что составляет 5,4 % от его величины в 2020 г. Это снижение обусловлено уменьшением финансирования из республиканского бюджета на 174 млн руб. и местных – на 347 млн руб. Мультипликативный анализ совокупной позволяет отметить переориентацию средств из области социальной политики в сферу здравоохранения, что обусловлено сложившейся эпидемиологической ситуацией. Уменьшение величины расходов, направляемых на социальную поддержку граждан, вызвано не только сокращением финансирования социальной сферы, но и ее оптимизацией с позиции адресности и целевого назначения.

Заключение

Детальный анализ инвестирования в развитие аграрного человеческого капитала позволяет отметить его сокращение в сопоставимой оценке в разрезе всех источников. Данное обстоятельство в свете бюджетных ограничений обуславливает необходимость поиска новых направлений его финансирования, одним из которых может выступать корпоративный капитал сельскохозяйственных организаций. Изучение инвестиционного потенциала саморазвития аграрного человеческого потенциала в контексте возможностей его капитализации свидетельствует о наличии объективных ограничений, сдерживающих этот процесс. Принимая во внимание факт опережающего сокращения численности сельского населения, сравнительно низкий уровень образования аграрного человеческого капитала, его широкий горизонт территориального распространения, неразвитость социально инфраструктуры сельских территорий, низкую инновационную активность аграрных предприятий в совокупности с высокой социально-экономической значимостью их совместного взаимодействия с организациями иных видов деятельности предопределяет выработку целевых ориентиров расширенного воспроизводства аграрного человеческого капитала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырева, В. В. Роль социального и человеческого капиталов в формировании и функционировании социально-экономической системы государства / В. В. Богатырева // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ.– Минск, 2020. – Вып. 11. – С. 5–11.
2. Кристиневиц, С. А. Сохранение национального человеческого капитала как фактор экономической безопасности / С. А. Кристиневиц // Белорусский экономический журнал. – 2017.– № 4.– С. 23–36.
3. Kendrick, J. W. The Formation and Stocks of Total Capital [Text] / J. W. Kendrick. – New York: Columbia University Press, 1976.– 251 p.
4. Eisner, R. The total incomes system of accounts [Text] / R. Eisner // Survey of Current Business, 1985.– Vol. 65.– № 1. – P. 24–48.
5. Ewerhart, G. Ausreichende Bildungsinvestitionen in Deutschland? Bildungsinvestitionen und Bildungsvormogen in Deutschland 1992-1999 [Text] / G. Ewerhart // IAB (Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung) Beiträge, 2003.– № 266.– 65 s.
6. Schultz, T. W. Investment in Human Capital. The Role of Education and of Research [Text] / T.W. Schultz. – New York: The Free Press. – 1971.– 272 p.
7. Статистический ежегодник Республике Беларусь, 2021 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_41019/ Дата обращения: 06.10.2021.
8. Социальное положение и уровень жизни населения, 2021 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_39695/ Дата обращения: 07.10.2021.
9. Труд и занятость в Республике Беларусь. статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет. – 2020.– 316 с.
10. Путеводитель по бюджету // Министерство финансов Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.minfin.gov.by/budgetary_policy/docnew/be3e0383b22146e0.html. – Дата обращения: 07.10.2021.
11. Мартысевич, А. А. Анализ расходов бюджета на образование Республики Беларусь / А. А. Мартысевич, М. П. Самоховец // SCI-ARTICLE.RU: электронный периодический научный журнал, 2020. – № 82.– С. 61–64.
12. Муха, Д. Трансформация инвестиционной политики в условиях пандемии COVID-19 / Д. Муха // Банковский вестник. – 2020. – С. 59–72.
13. Четвертаков, И. М. Проблемы и пути развития человеческого капитала / И. М. Четвертаков, В. П. Четвертакова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. Экономические науки, 2020. – № 4 (67). – С. 251–259.
14. Тетеринец, Т. А. Инвестиции в человеческий капитал как фактор формирования инновационной экономики / Т. А. Тетеринец // Экономический вестник университета: сборник научных трудов ученых и аспирантов. – 2019. Выпуск 41 – С. 75–82.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Э. П. КОНДЕРЕШКО

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

(Поступила в редакцию 13.12.2021)

Обеспечение продовольственной безопасности и стабильного развития сельскохозяйственной отрасли республики зависит от рационального использования земельных ресурсов, повышения их плодородия и оптимизации затрат, связанных с необходимостью содержания и восстановления мелиорированных земель. Эффективное использование мелиорированных земель – одна из первоочередных задач для сельскохозяйственного производства. В настоящее время можно наблюдать значительное сокращение объемов получаемой продукции на мелиорированных землях по сравнению с начальным этапом использования после мелиорации, в основном за счет снижения выполнения мероприятий по их содержанию, ремонту и реконструкции, а также невозможности финансирования указанных мероприятий самостоятельно землепользователями.

В статье проведен анализ существующего уровня использования мелиорированных земель и имеющегося потенциала роста их продуктивности, в зависимости от использования основных ресурсов сельскохозяйственных предприятий. Автором статьи на основании показателей деятельности сельскохозяйственных организаций Брестской области за 2019–2020 гг., определены факторы, оказывающие влияние на эффективность использования мелиорированных земель. Проведено сравнение фактически достигнутого уровня продуктивности сельскохозяйственных угодий и расчетного, с использованием регрессионного анализа. Исследования показывают, что с ростом доли мелиорированных сельскохозяйственных угодий снижается обеспеченность ресурсами предприятий, а более низкое плодородие, при невозможности его компенсации другими средствами, соответственно, снижает эффективность хозяйственной деятельности. Анализ свидетельствует о недостаточном наличии ресурсов и потенциала для роста производства продукции в сельскохозяйственных организациях с долей мелиорированных земель 60 % и более. Это вызывает необходимость разработки мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, изменения структуры их посевов и развития животноводства.

Ключевые слова: мелиорированные земли, эффективность, сельскохозяйственное производство, продуктивность земель.

Ensuring food security and sustainable development of the agricultural sector of the republic depends on the rational use of land resources, increasing their fertility and optimizing costs associated with the need to maintain and restore reclaimed lands. Efficient use of reclaimed land is one of the top priorities for agricultural production. At present, one can observe a significant reduction in the volume of products received on reclaimed lands compared to the initial stage of use after reclamation, mainly due to a decrease in the implementation of measures for their maintenance, repair and reconstruction, as well as the inability to finance these activities independently by land users.

The article analyzes the current level of use of reclaimed lands and the existing potential for increasing their productivity, depending on the use of the main resources of agricultural enterprises. The author of the article, based on the performance indicators of agricultural organizations in the Brest region for 2019–2020, identified factors that affect the efficiency of the use of reclaimed land. A comparison was made of the actually achieved level of productivity of agricultural lands and the calculated one, using regression analysis. Studies show that with an increase in the share of reclaimed agricultural land, the provision of enterprises with resources decreases, and lower fertility, if it cannot be compensated by other means, respectively, reduces the efficiency of economic activity. The analysis shows insufficient availability of resources and potential for the growth of production in agricultural organizations with a share of reclaimed land of 60% or more. This necessitates the development of measures aimed at increasing the yield of agricultural crops, changing the structure of croplands and developing livestock production.

Key words: reclaimed lands, efficiency, agricultural production, land productivity.

Введение

В настоящее время особо актуальной является проблема обеспечения устойчивой деятельности аграрных организаций, оптимизации имеющихся ресурсов и затрат на производство сельскохозяйственной продукции, которые зависят в том числе от наличия мелиорированных земель. Поэтому целью данного исследования является оценка эффективности производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях и выработка предложений по ее повышению.

В период масштабной мелиорации практически не существовало дефицита финансовых ресурсов и основной ее целью было получение на этих землях максимальных урожаев за счет кардинального изменения неблагоприятных естественных условий в необходимом для сельскохозяйственного производства направлении: оптимизация водного режима посредством создания более технически совершенных осушительно-увлажнительных и оросительных систем, улучшение питательного режима с помощью внесения необходимых доз удобрений и т. д. В условиях же недостатка ресурсов необходима разработка новых подходов с более компромиссными, наименее затратными решениями для осуществления модернизации и реконструкции мелиоративных объектов.

Если потенциальное плодородие мелиорированных земель в начале эксплуатации было выше по сравнению с неосушенными землями, главным образом за счет более высокого содержания и запасов органического вещества и отрегулированного водного режима, то, как показывает практика, с течением времени уровень их потенциального плодородия в целом по республике во все больших масштабах снижается [2].

На начало 90-х гг. XX в. на осушенных землях Беларуси производилось более трети растениеводческой продукции при средней продуктивности 33, а на пашне – 45 ц/га в зерновом эквиваленте, в

том числе около 70 % грубых и сочных кормов. Передовые хозяйства достигали продуктивности до 80 ц/га к. ед. Средний уровень продуктивности мелиорированного гектара около 50 ц к. ед. был реален и вполне достижим при том объеме ресурсов, которые направлялись на финансирование ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах, вывозку и внесение органики и минеральных удобрений, обновление машинно-тракторного парка, применение средств защиты растений и других факторов повышения урожая [1, с. 7–8].

В ходе исследований применялись общенаучные и частные методы исследования, корреляционно-регрессионный анализ.

Основная часть

Экономическую эффективность использования мелиорируемых земель определяют, прежде всего, их продуктивностью, т.к. от нее зависят все важнейшие показатели сельскохозяйственного производства: производительность труда, себестоимость сельскохозяйственной продукции, фондоотдача, прибыль и в конечном итоге рентабельность отраслей растениеводства и животноводства. Ведение сельскохозяйственного производства на больших площадях мелиорированных угодий требует решения ряда вопросов экономического и организационного характера [4, с. 3–9].

Экономическая эффективность использования мелиорированных земель достигается за счет улучшения структуры посевных площадей, создания условий для применения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, рационального использования органического вещества почвы и водных ресурсов, совершенствования эксплуатации действующих и реконструкции вышедших из строя мелиоративных систем. В частности, поддержание в удовлетворительном состоянии за счет проведения ремонтно-эксплуатационных работ мелиоративных систем и надлежащего технического состояния осушенных земель позволяет получить дополнительно 4 ц к. ед./га. Прибавка урожая обеспечивает ежегодную окупаемость эксплуатационных расходов по содержанию осушительных систем. В свою очередь реконструкция и восстановление мелиоративных систем обеспечивает увеличение продуктивности земледелия не менее чем на 15 ц к. ед./га, а агро-мелиоративные мероприятия обеспечивают увеличение продуктивности осушенных земель на 5–6 ц к. ед./га [3, с. 88].

В табл. 1 приведены производственно-экономические показатели функционирования сельскохозяйственных организаций Брестской области за 2019–2020 гг., характеризующие обеспеченность и использование ресурсов [5, 6].

Таблица 1. Производственно-экономические показатели функционирования сельскохозяйственных организаций Брестской области

№	Показатель	Годы	
		2019	2020
1	Выход продукции с 1 га с.-х, ц к. ед./га	63,2	76,4
2	Площадь с.-х. угодий на 1 хозяйство, га	6381,4	6568,2
3	Доля осушенных с.-х. угодий, %	51,5	51,5
4	Плодородие с.-х. угодий, балл	30,4	30,4
5	Стоимость основных производственных средств, тыс. руб./1 га	4,1	4,5
6	Энергооснащенность, л.с./1 га	2,4	2,4
7	Внесение удобрений на 1 га с.-х. угодий: минеральных, ц д.в.	1,4	1,7
	органических, т	48,0	48,9
8	Доля посевов зерновых и зернобобовых культур на мелиорированных землях, %	33,8	37,2

Административные районы были разделены на 3 группы по удельному весу мелиорированных сельскохозяйственных земель (табл. 2).

Таблица 2. Группировка сельскохозяйственных организаций Брестской области по доле мелиорированных сельскохозяйственных земель за 2019–2020 гг.

№	Показатели	Группа хозяйств по удельному весу осушенных земель в общей площади с.-х. угодий, %			III группа к I группе, в %
		до 40	40–60	60 и более	
1	Количество районов в группе	5	4	7	140,0
2	Количество хозяйств	56	53	102	182,1
3	Средняя площадь с.-х. угодий на 1 хозяйство, га	8049,8	5781,5	5904,2	73,3
4	Доля осушенных с.-х. угодий, %	32,9	53,1	66,5	202,2
5	Выход кормов на 1 га с.-х. угодий, ц.к.ед.	24,2	21,9	19	78,5
6	Плодородие с.-х. угодий, балл	33,3	31,1	27,9	83,8
7	Стоимость основных производственных средств на 1 га с.-х. угодий, тыс. руб.	6,3	3,6	3,4	53,9
8	Энергооснащенность на 1 га с.-х. угодий, л.с.	2,9	2,4	2,1	72,4
9	Внесение удобрений на 1 га с.-х. угодий:				
	минеральных, ц д.в.	1,9	1,6	1,4	73,7
	органических, т	10,9	9,7	8,5	78
10	Доля посевов зерновых и зернобобовых культур на мелиорированных землях, %	23,5	48,3	68,6	292

В первую группу были включены хозяйства, имеющие долю до 40 %, вторую от 40 до 60 %, третью от 60 % и выше.

Анализ группировки показывает, что в районах, имеющих свыше 60 % осушенных сельскохозяйственных угодий, рассматриваемые показатели значительно ниже районов I и II групп. Эти хозяйства также имеют меньшую площадь сельскохозяйственных угодий.

С помощью многофакторной корреляционной модели определена величина влияния каждого фактора на эффективность использования мелиорированных земель.

В качестве результативного признака (y) использован показатель по выходу кормовых единиц на 1 га сельхозугодий. Факторы, включенные в модель: x_1 – удельный вес осушенных сельхозугодий, %; x_2 – плодородие сельхозугодий, баллы; x_3 – стоимость основных производственных средств на 1 га сельхозугодий, тыс. руб.; x_4 – энергетические мощности на 1 га сельхозугодий, л.с.; x_5 – внесение минеральных удобрений на 1 га сельхозугодий, ц. д. в.; x_6 – внесение органических удобрений на 1 га сельхозугодий, т; x_7 – доля посевов зерновых и зернобобовых культур на мелиорированных землях, %.

Уравнение множественной регрессии, полученное в результате корреляционного анализа, имеет следующий вид:

$$y = -1,207 + 0,071x_1 + 0,008x_2 - 0,732x_3 + 0,921x_4 + 10,174x_5 + 0,688x_6 - 0,0056x_7.$$

Анализируя полученную модель, можно отметить, что коэффициент множественной корреляции равен 0,9, что свидетельствует о сильной зависимости продуктивности сельхозугодий от выбранных факторов. Увеличение доли осушенных сельхозугодий приведет к росту выхода кормов на 0,071 ц к. ед. с 1 га сельхозугодий, повышение плодородия на 1 балл обеспечит прибавку на 0,008 ц. к. ед. кормов. Продуктивность повысится также при увеличении энергетических мощностей, а также доз внесения минеральных и органических удобрений.

В то же время к снижению эффективности приведет дальнейшее наращивание фондооснащенности, увеличение которой не обеспечивается ростом выхода продукции. По результатам расчетов видно, что хозяйствам, имеющим высокую долю мелиорированных земель, необходимо уменьшать долю посевов зерновых и зернобобовых культур. Следовательно, повышать эффективность использования мелиорированных земель предпочтительно путем увеличения посевов кормовых культур и наращивания таким образом потенциала животноводческой отрасли. Для оценки уровня эффективности использования мелиорированных земель проведем сравнение фактической продуктивности сельхозугодий и расчетной, полученной на основе корреляционной модели.

Таблица 3. Сравнение фактической и расчетной продуктивности сельхозугодий по районам Брестской области

№	Наименование района	Выход продукции с 1 гектара с/х угодий, ц.к.ед.		Коэффициент соотношения фактического к расчетному (y_f/y_r)	Группа районов по доле осушенных сельхозугодий
		Среднее значение за 2019–2020 гг. (y_f)	Расчетное значение (y_r)		
1	Барановичский	22,8	21,6	1,06	I
2	Березовский	23,4	22,8	1,03	II
3	Брестский	27,5	29,3	0,94	I
4	Ганцевичский	12,2	13,0	0,94	III
5	Дрогичинский	17,2	15,7	1,10	III
6	Жабинковский	23	25,2	0,91	II
7	Ивановский	24,9	24,1	1,03	III
8	Ивацевичский	18,4	19,1	0,96	II
9	Каменецкий	25,3	25,2	1,00	I
10	Кобринский	21,3	22,3	0,96	III
11	Лунинецкий	16,1	17,1	0,94	III
12	Ляховичский	17,8	18,1	0,98	I
13	Малоритский	20,1	21,3	0,94	III
14	Пинский	21,4	20,2	1,06	III
15	Пружанский	26,3	25,3	1,04	I
16	Столинский	22,9	21,3	1,08	II

Анализ показывает, что в среднем по Брестской области фактическая продуктивность сельхозугодий соответствует расчетной, что свидетельствует об уровне использования мелиорированных сельскохозяйственных земель в целесообразных пределах. В то же время необходимо отметить имеющийся потенциал повышения эффективности их использования в районах с долей осушенных сельскохозяйственных угодий от 60 % и выше.

Закключение

Проведенные исследования показывают, что при прочих равных условиях, использование мелиорированных земель в производстве сельскохозяйственной продукции требует больших затрат ресур-

сов на единицу производимой продукции. Сегодняшнее состояние мелиорированных земель, несмотря на реализацию программ по их восстановлению и поддержанию плодородия ухудшилось по сравнению с первоначальным.

Для задействования в полной мере имеющегося потенциала производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях, необходимо приобретение современной энергонасыщенной техники и оборудования, проведение работ по реконструкции и ремонту мелиоративных сетей.

Результаты исследований показывают целесообразность повышения эффективности использования мелиорированных земель путем увеличения посевов кормовых культур за счет сокращения зерновых и зернобобовых и наращивания потенциала животноводческой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихацевич, А. П. Повышение эффективности мелиоративного комплекса Беларуси / А. П. Лихацевич, А. С. Меевский, Н. К. Вахонин, Э. Н. Шкутов, Г. Ю. Левин // Мелиорация. – 2004. – №1 (51). – С. 7–22.

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Я. М. Александров [и др.]; Национальная комиссия по устойчивому развитию РБ. – Минск: Юнипак, 2004. – 200 с.

3. Орешникова, О. В. К вопросу об эффективном использовании мелиорированных земель / О. В. Орешникова, Г. А. Смальцар // Материалы 8 межд. научно-практической конференции «Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы» / редкол. К. К. Шебеко. – Пинск: ПолесГУ, 2014. – С. 87–89.

4. Стратегия экологобезопасной реконструкции мелиоративных систем и повышения продуктивности мелиорированных земель Полесья: государственная программа и предложения по ее решению / М. В. Мясникович [и др.] // Известия НАН Беларуси. Серия аграрных наук. – 2002. – №4. – С. 3–9.

5. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – С. 34–98.

6. Статистический ежегодник Брестской области, 2020. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. – Минск, 2020. – С. 202–229.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА АГРАРНОГО СЕКТОРА В КОНТЕКСТЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЫНОЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

В. И. БЕЛЬСКИЙ

Администрация Президента Республики Беларусь,
г Минск, Республика Беларусь, 220016, e-mail: belskij@tut.by

Т. А. ТЕТЕРИНЕЦ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: talad79@mail.ru

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

Бенчмаркинг зарубежного опыта прогрессивного развития зарубежных стран свидетельствует о необходимости активного внедрения новейших достижений в области нано- и биотехнологий, информатизации и цифровизации, что обуславливает увеличение потребности в работниках, обладающих высоким интеллектуальным потенциалом. Необходимым условием создания современного аграрного производства выступает формирование в этом сегменте инновационно ориентированного человеческого капитала. Данное обстоятельство диктует необходимость проведения комплексных исследований и изучения тенденций не только количественной обеспеченности трудовыми ресурсами аграрного сектора Беларуси, но и анализа их качественного состава, раскрывающего инновационную восприимчивость кадрового потенциала. Решение данной задачи обуславливает необходимость использования новых методов мониторинга основополагающих аспектов формирования человеческого капитала, выявляющих особенности и ступени его развития в условиях рыночных трансформаций. Применение акмеологического подхода к анализу современного состояния человеческого капитала обуславливает необходимость изучения образовательно-профессионального уровня работников аграрной сферы. Комплексно оценивая сложившуюся ситуацию, следует констатировать наличие следующих тенденций: постепенное повышение образовательного уровня работников аграрного сектора; скорость бакалавриата у специалистов значительно выше, чем у руководителей; достаточно высокий процент наличия лишь общего среднего образования у управленческого персонала; снижение востребованности у руководителей и специалистов получения среднего специального образования, достаточно медленные темпы роста рабочих, получивших профессионально-техническое образование. Одним из основных этапов формирования акмекомпетентий и последующих возможностей капитализации человеческого потенциала является получение высшего образования. Акмеологический подход к анализу современного состояния аграрного человеческого капитала предполагает изучения всех стадий его формирования и приращения. Одной из таковых выступает процедура профессионального обучения по образовательным программам дополнительного образования как необходимый элемент его устойчивого приращения. Следуя идеям акмеологического подхода при оценке состояния аграрного человеческого капитала, особого внимания заслуживает мониторинг его интеллектуально-инновационного потенциала. Последний раскрывается сквозь призму численности исследователей в различных областях наук, в том числе, имеющих ученые степени.

Ключевые слова: человеческий капитал, аграрный сектор, анализ, акмеология, методика, развитие, приращение, преобразование.

Benchmarking of foreign experience of the progressive development of foreign countries indicates the need for active implementation of the latest achievements in the field of nano- and biotechnologies, informatization and digitalization, which leads to an increase in the need for workers with high intellectual potential. A necessary condition for the creation of modern agricultural production is the formation of innovatively oriented human capital in this segment. This circumstance dictates the need to conduct comprehensive studies of trends not only in the quantitative provision of labor resources in the agricultural sector of Belarus, but also in analyzing their qualitative composition, revealing the innovative susceptibility of human resources. The solution of this problem necessitates the use of new methods for monitoring the fundamental aspects of the formation of human capital, revealing the features and stages of its development in the context of market transformations. The application of acmeological approach to the analysis of the current state of human capital necessitates the study of educational and professional level of agricultural workers. Comprehensively assessing the current situation, the following trends should be noted: a gradual increase in the educational level of workers in the agricultural sector; the speed of undergraduate studies among specialists is much higher than among managers; a fairly high percentage of only general secondary education among managerial personnel; a decrease in the demand for managers and specialists to receive secondary specialized education, a rather slow growth rate of workers who have received vocational education. One of the main stages in the formation of acme-competencies and subsequent opportunities for the capitalization of human potential is higher education. The acmeological approach to the analysis of the current state of agrarian human capital involves the study of all stages of its formation and increment. One of these is the procedure for vocational training in educational programs of additional education as a necessary element of its sustainable increment. Following the ideas of acmeological approach in assessing the state of agricultural human capital, special attention should be paid to the monitoring of its intellectual and innovative potential. The latter is revealed through the prism of the number of researchers in various fields of science, including those with academic degrees.

Key words: human capital, agricultural sector, analysis, acmeology, methodology, development, increment, transformation.

Введение

В сложившихся условиях устойчивое развитие белорусской экономики, сохранение и повышение конкурентоспособности продукции отечественных производителей, активизация инвестиционной

активности во многом обусловлены состоянием и перспективами роста АПК. Исходя из чего основной целью проведенного исследования выступает комплексный анализ процесса образования человеческого капитала в аграрном секторе Беларуси, учитывающего созидательные, творческие возможности целедостижения индивида. Ее достижение обуславливает применение акмеологического подхода, сущность которого заключается в исследовании «стратегии и технологии стремления личности к вершинам профессионализма в каждом виде производительной деятельности и творческой работы с учетом волатильности психологического и социального окружения, многообразия организационных механизмов и управленческих технологий, трудовой деятельности, форм досуга, научной и культурной среды» [1]. Как отмечает академик А. А. Бодалев: «акмеология призвана осуществить комплексное исследование и дать целостную картину субъекта, проходящего ступень зрелости, когда его индивидуальные, личностные и субъектнодеятельностные характеристики постигаются в единстве, во всех взаимосвязях и опосредованиях для того, чтобы активно повлиять на достижение высших уровней» [2].

Основная часть

В условиях инновационно-ориентированного развития секторов национальной экономики акмеология как наука, глубоко проникая во все сферы жизнедеятельности человека, приобретает междисциплинарную форму. Аграрный квадрант глубоко интегрируясь во все виды экономической деятельности, формируя тесные секторальные взаимосвязи, обуславливает межпредметное взаимодействие акмеологии с различными отраслями науки. «Конвергенция акмеологии с социальными науками проходит через сферу социально-культурного пространства человека, его образования, профессионального самоопределения, профессиональной социализации и самореализации в избранной сфере деятельности, которые, в свою очередь, протекают в динамически меняющемся экономическом пространстве и осуществляются в процессе профессиональных и межличностных коммуникаций» [3]. Акметехнология научных исследований в количественно-качественной проекции комплексно изучает инфраструктуру формирования человеческого капитала, выявляет факторы, обуславливающие его развитие в условиях трансформации рыночных преобразований аграрного сектора, перспективные направления капитализации человеческого потенциала. Последние, в свою очередь, обусловлены демографическими, социально-экономическими, инновационно-технологическими, институциональными условиями, обеспечивающими достижение наивысшей ступени непрерывного и профессионального развития личности (табл. 1).

Таблица 1. Демография трудового потенциала аграрного сектора Беларуси

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Удельный вес сельского населения в общей численности населения, %	23,3	23,1	22,9	22,7	22,4	22,1
В общей численности сельского населения:						
мужчин, %	47,2	47,3	47,4	47,4	47,6	47,7
женщин, %	52,8	52,7	52,6	52,6	52,4	52,3
Соотношение браков и разводов сельского населения (число разводов на 1000 браков)	303,0	401	372	416	433	595
В общей численности сельского населения:						
моложе трудоспособного, %	16,3	16,4	17,3	16,4	16,4	16,4
трудоспособного, %	52,4	51,9	51,5	52,8	53,1	53,6
старше трудоспособного, %	31,3	31,7	31,2	30,8	30,5	30,0
Уровень занятости сельского населения в возрасте 15-74 лет, %	65,1	64,0	66,0	67,2	67,1	67,4
Коэффициент трудовой нагрузки	907,0	927	910	894	882	865,0
Удельный вес безработных, проживающих в сельских населенных пунктах, %	–	20,4	20,1	17,0	17,4	18,5
Соотношение принятых и уволенных работников в сельском, рыбном и лесном хозяйстве, %	92,9	90,7	94,2	88,7	89,3	96,0

Примечание: рассчитано авторами на основании [4–6].

Анализ данных табл. 1. свидетельствует об устойчивости демографической структуры сельского населения Беларуси. Несмотря на значительное увеличение числа разводов, приходящихся на 1000 браков, соотношение мужчин и женщин остается практически неизменным. Исходя из чего можно сделать вывод, что семейное положение не оказывает существенного влияния на гендерную структуру человеческого капитала. Также данный фактор не оказывает влияния на внутритерриториальную миграцию сельского населения. Примерно 30 % местных жителей работают за пределами своих населенных пунктов, при этом увеличение уровня разводимости не активизирует этот процесс.

Отмечаются незначительные положительные сдвиги возрастной пирамиды местных жителей, проявляющиеся в увеличении доли трудоспособного населения при одновременном снижении лиц стар-

ше трудоспособного возраста. Сложившаяся ситуация обусловила падение коэффициента трудовой нагрузки, в результате чего уменьшилась численность жителей, по объективным причинам не вовлеченным в трудовой процесс, на 1000 тех, кто в нем может активно участвовать. Опережающий темп роста занятости местного населения, который в исследуемом периоде увеличился на 2,3 п.п. по сравнению со снижением численности сельских жителей, удельный вес которых сократился на 1,2 п.п., свидетельствует об укреплении трудового аграрного потенциала.

Прогрессивное развитие личности, как одно из базовых условий достижения акмекомпетенций и реализации максимальных возможностей капитализации человеческого потенциала, обусловлены не только уровнем занятости сельского населения, но ее распределением по возрастным группам работников. Возможности накопления человеческого капитала и трансформации его в реальные активы лимитируются, в том числе и возрастными рамками. Следует отметить, что 37 % занятых в сельскохозяйственной сфере в 2020 г. находятся в квадранте жизненного цикла человеческого капитала, характеризующего снижение возможностей его приращения и воспроизводства. При этом их количество постепенно увеличивается за счет поэтапного снижения более молодых категорий работников. Старение кадрового состава сельского хозяйства, как центрального звена аграрного сектора, несомненно оказывает отрицательное воздействие на процесс развития человеческого капитала, разрушая исходную платформу его формирования.

Урбанизация населения, способствующая переливу человеческого капитала в города, параллельно активизирует и проблему занятости в данных населенных пунктах. Количество безработных, проживающих в сельской местности за исследуемый период, снизилось почти на 2 п.п. Однако в последние годы сложившаяся тенденция меняет свой вектор, тем самым, актуализируя задачу вовлеченности в трудовой процесс местного населения.

Инновационный путь развития, предполагающий не только модернизацию производственного потенциала, но и необходимость совершенствования квалификации специалистов, является основополагающим для отечественного аграрного сектора. Следует констатировать, что он в таком виде экономической деятельности, как «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», самый низкий и, как следствие, невысока инновационная восприимчивость занятых в данной области. Удельный вес лиц, имеющих высшее образование на начало 2020 г., составляет лишь 12,7 %, 17,6 % – среднее специальное, четверть – профессионально-техническое, 36,6 % – общее среднее, и 7,3 % – общее, включая начальное [7].

Сложившиеся тенденции формируют основу образовательного потенциала аграрного человеческого капитала в разрезе отдельных категорий работников. Прогрессивный рост экономики возможен только в условиях функционирования производства, основанного на использовании высоких технологий, наукоемкого оборудования, ориентированного на развитие Индустрии 4.0. Это обуславливает необходимость формирования среды, в которой все элементы цепочки создания высокой добавленной стоимости постоянно оптимизируются и совершенствуются с учетом различных критериев [8]. В контексте вышеизложенного определенный интерес вызывает анализ образовательного уровня человеческого капитала в разрезе отдельных категорий работников (табл. 2).

Таблица 2. Образовательный состав человеческого капитала в разрезе отдельных категорий работников по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» на начало 2020 г., %

Категория работников	В том числе имеют образование			
	высшее	среднее специальное	профессионально-техническое	общее среднее и общее базовое
Руководители	54,0	33,3	6,4	6,3
Специалисты	42,2	37,0	10,4	10,4
Рабочие	2,3	11,9	31,0	54,8

Примечание: составлено авторами на основе [7].

Несмотря на то, что за последние годы образовательный уровень в аграрной сфере несколько вырос, его качественный состав остается достаточно низким. Отмечается незначительный процентный рост руководителей, имеющих высшее образование: за период 2015–2020 гг. их удельный вес увеличился на 3,1 п.п. Наиболее прогрессивные изменения отчается у специалистов: в исследуемом периоде доля окончивших вузы увеличилась на 6,7 п.п. Достаточно медленно повышается профессиональный уровень в категории «рабочие»: удельный вес персонала, получившего среднее специальное образование за 2015–2020 гг. остался неизменным. Также остается достаточно высокий процент тех, кто только окончил школу – 54,8 %. Основная проблема заключается не в нехватке специалистов в данной области (число выпускников профильных высших учебных заведений имеет положительную тенденцию к росту), а в отсутствии действенных стимулов к труду. Низкий уровень оплаты труда, неразвитость социальной инфраструктуры, недостаточно высокая степень материально-технической

оснащенности производства, являются основными факторами, сдерживающими привлечение высококвалифицированных кадров в аграрный сектор [8].

В условиях сложившихся рыночных трансформаций высшее образование выступает не столько перспективным направлением приращения человеческого капитала, сколько его базисным элементом. Сложившаяся динамика рисует достаточно негативную картину: по профилю образования «Коммуникации. Право. Экономика. Управление. Экономика и организация производства» отмечается устойчивое снижение численности выпускников – в 1,7 раза. Тенденция изменения количества специалистов по профилю «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство» представляет собой ломанную кривую, отражающую существенные колебания числа выпускников от года к году. Аналогичные тенденции отмечаются в разрезе изучаемых профилей образования из учреждений среднего специального и профессионально-технического образования.

В 2015–2020 гг. общее количество работников аграрной сферы, обучавшихся по образовательным программам дополнительного образования, сократилось более, чем на 3300 человек. В относительном выражении это идентично темпу снижения списочной численности работников сельскохозяйственных организаций – 17,1 %. В целом удельный вес работников по виду деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», прошедших обучение по образовательным программам дополнительного образования практически изменился, составляя 4,8–4,9 % от их общего количества. Исходя из чего можно сделать вывод, что обновление человеческого капитала осуществляется не в соответствии с потребностями инновационно ориентированного окружающего мира, а в большей степени обусловлено действующими нормативами.

Анализ структуры профессионального обучения работников по образовательным программам дополнительного образования позволяет отметить неработоспособность стажировок руководящих работников и специалистов аграрной сферы. В исследуемом периоде на 30 % снизилось количество работников, прошедших повышение квалификации. Вместе с тем, такие способы получения новых знаний способствует их мультипликативному накоплению.

Снижение удельного веса рабочих, прошедших профессиональную подготовку, свидетельствует о низкой мотивационной заинтересованности кадров в повышении своего профессионального уровня. Наряду с этим увеличение числа работников, прошедших переподготовку, отражает необходимость его своевременного обновления вследствие усиления конкурентной борьбы на рынке труда.

Проведенный анализ инновационной кумуляции человеческого капитала в целом позволяет отметить следующее: практически во все областях наук отмечается увеличение исследователей при одновременном снижении уровня их остепенненности. Продвижение двухступенчатой системы высшего образования и развитие на ее основе института магистратуры способствовало приращению численного состава научных кадров. Вместе имеющийся научный потенциал в большинстве своем слабо трансформируется в кадры наивысшей квалификации. Некоторое исключение составляет сельскохозяйственная область исследований, в которой отмечается положительный прирост, как численности исследователей на 8,4 %, так и докторов наук на 2,5 %, кандидатов наук на 2,1 %. Также определенные позитивные изменения можно констатировать в сфере социально-экономических, общественных и гуманитарных наук, которые заключается в увеличении числа кандидатов наук на 28,1 и 15,1 % соответственно [9].

Заключение

Демография трудового потенциала, как исходный количественный элемент, определяет возможности и перспективы развития аграрного человеческого капитала. Превалирующее увеличение числа трудоспособного населения в сельских населенных пунктах свидетельствует о его накоплении. В совокупности с постоянством удельного веса молодого населения при сложившейся тенденции сокращения общей численности местных жителей, это создает предпосылки для накопления человеческого капитала в аграрной сфере.

Вместе с тем уровень капитализации аграрного человеческого потенциала в наиболее активные фазы жизненного цикла в исследуемом периоде существенно снижается, что выражается уменьшением числа занятых в сельскохозяйственной отрасли в возрасте 25–50 лет. Это свидетельствует о вымывании человеческого капитала из аграрного сектора и переливе его в наиболее ликвидные сферы деятельности.

В условиях современных преобразований рыночных отношений ведущая роль прогрессивного развития определяется глубиной проникновения инноваций в различные сферы жизнедеятельности общества. Соответственно, перспективы развития аграрного сектора обусловлены инновационной кумулятивностью человеческого капитала. Образовательный уровень работников сельскохозяйствен-

ного сектора остается достаточно низким, тем самым, ограничивая возможности трансформации человеческого потенциала в капитал.

Формирование акмекомпетенций предопределяется непрерывностью накопления человеческого капитала, что проявляется отсутствием дискретности в приращении знаний и опыта. Снижение числа обучавшихся по образовательным программам дополнительного образования, обусловлено как сокращением численности занятого населения в сельскохозяйственной отрасли, так и не востребова­ностью обновления знаний. Изменение структуры распределения численности обучающихся по программам дополнительного образования отражает высокую потребность переподготовки кадров, что в некоторой степени является свидетельством несоответствия полученных профессий требованиям рынка.

Анализ удельного веса исследователей во всех областях наук, имеющих ученые степени, в их общей численности свидетельствует об устойчивости сложившегося процентного соотношения на протяжении достаточно длительного периода. На этом фоне увеличение числа исследователей, а также докторов и кандидатов сельскохозяйственных наук, свидетельствует об интенсивности приращения аграрного человеческого капитала.

ЛИТЕРАТУРА

1. McGuirka, H., Lenihanb, H., Hart, M. Measuring the impact of innovative human capital on small firms: propensity to innovate / H. McGuirka, H. Lenihanb, M. Hart // Research Policy. – 2015.– № 44.– P. 965–976.
2. Бодалев, А. А. Взрослость и зрелость как важнейшая для акмеологии ступень жизненного цикла человека / А. А. Бодалев // Акмеология– 2013.– №1.– С. 17–21.
3. Окунькова, Е. А. Оценка кадровой составляющей инновационного потенциала в экономических системах: акмеологический подход / Е.А. Окунькова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2020.– № 1 (76). – С. 134–141.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2021 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_39702/ Дата обращения: 05.12.2021.
5. Статистический ежегодник Республике Беларусь, 2021 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_41019/ Дата обращения: 06.12.2021.
6. Социальное положение и уровень жизни населения, 2021 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_39695/ – Дата обращения: 07.12.2021.
7. Труд и занятость в Республике Беларусь, 2020 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_18061/ Дата обращения: 05.01.2022.
8. Тетеринец, Т. А. Инновационная восприимчивость кадрового потенциала АПК Беларуси / Т. А. Тетеринец // Наука и инновации. – 2019.–№5 (195). – С. 28–44.
9. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь, 2020 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_17893/. – Дата обращения: 21.12.2021.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВНЕШНИХ РЫНКОВ, С ПОЗИЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ ДЛЯ РЫНКА ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

В статье рассмотрены критерии и произведен расчет оценки привлекательности внешних рынков с позиции потенциальных партнеров для рынка лекарственного растительного сырья Республики Беларусь. Вся совокупность критериев была разделена на две группы: с позиции привлекательности и степени риска. Критерий привлекательности включал в себя оценку таких показателей, как ВВП; минимальное число компаний, работающих с рынком Беларуси; темпы роста доходов; индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП); индекс роста населения; импорт стран мира. Критерий риска, включал оценку следующих показателей: уровень инфляции; территориальная удаленность; внешний государственный долг на душу населения; индекс коррупции; уровень безработицы; количество конкурентов.

Выбор стран осуществлялся с позиции географического расположения. Применена система качественных и количественных критериев. Качественная оценка привлекательности приведена в относительном выражении. Произведена оценка факторов риска для внешних рынков сбыта лекарственного растительного сырья. Информационной основой исследования выступили официальные данные статистики, находящейся в публичном доступе. Анализ привлекательности рынка лекарственного растительного сырья осуществлялся с позиции системного подхода. При этом в данной системе рыночные, конкурентные факторы, порождаемые самим рынком, рассматриваются как внутренние, а политические, правовые, технологические, социальные факторы выступают как внешние. В данном аспекте осуществлена оценка внешних факторов привлекательности рынка: географическое положение (район обслуживания), степень совершенствования таможенной системы, уровень развития информационных технологий в стране и др. Результаты оценки привлекательности и степени риска легли в основе построения диаграммы – карты привлекательности рынков.

Ключевые слова: рынок лекарственного растительного сырья, количественная и качественная оценки, привлекательность, внешние рынки, факторы риска.

The article considers the criteria and calculates the assessment of attractiveness of foreign markets from the perspective of potential partners for the market of medicinal plant raw materials of the Republic of Belarus. The whole set of criteria was divided into two groups: from the standpoint of attractiveness and the degree of risk. The attractiveness criterion included an assessment of such indicators as GDP; the minimum number of companies working with the Belarusian market; income growth rates; human development index (HDI); population growth index; import of the countries of the world. The risk criterion included an assessment of the following indicators: inflation rate; territorial remoteness; external public debt per capita; corruption index; unemployment rate; number of competitors.

The choice of countries was carried out from the position of geographical location. A system of qualitative and quantitative criteria was applied. Qualitative assessment of attractiveness is given in relative terms. An assessment of risk factors for foreign markets for the sale of medicinal plant materials was made. The information basis of the study was the official statistical data, which is in the public domain. The analysis of the attractiveness of the market for medicinal plant raw materials was carried out from the standpoint of a systematic approach. At the same time, in this system, market, competitive factors generated by the market itself are considered as internal, and political, legal, technological, and social factors act as external. In this aspect, an assessment of external factors of market attractiveness was carried out: geographical location (service area), the degree of improvement of the customs system, the level of development of information technologies in the country, etc. The results of assessing the attractiveness and degree of risk formed the basis for constructing a diagram – a map of market attractiveness.

Key words: market of medicinal plant raw materials, quantitative and qualitative assessments, attractiveness, foreign markets, risk factors.

Введение

На основе проведенных исследований макро- и микросреды рынка лекарственного растительного сырья можно разработать перечень факторов привлекательности внешних рынков. Для принятия стратегических решений важно грамотно поставить цели и обосновать их не только с точки зрения возможностей их достижения, но также выбора альтернативных вариантов приложения усилий на рынке. Рыночная привлекательность – это потенциал конкретного рынка с точки зрения роста продаж и прибыли в случае выбора рынка для активной рыночной деятельности с учетом поставленных целей и потенциала. Количественные методы исследования рынка предоставляют структурированную и статистически обработанную информацию о рынке. С помощью количественных методов можно получить точные цифры, на основании которых сделать прогноз продаж или оценить объем рынка. Результатом качественных методов анализа рынка являются гипотезы, инсайты, которые не являются неструктурированными и не поддаются статистической оценке, а могут быть проанализированы лишь субъективно [1, 4]. В процессе исследования использовались общенаучные методы анализа и синтеза, обобщения, аналогии, сравнения, монографический и аналитический методы.

Основная часть

Анализ литературных источников, посвященных проблеме оценки рыночной ситуации, позволил сделать следующий вывод. В литературе описано большое количество рыночных факторов, влияющих на привлекательность сегмента. При этом сила их воздействия на конкурентную ситуацию на рынках разных отраслей различна. Для того чтобы структурировать факторы, влияющие на привлекательность рынка, представленные в отечественной и зарубежной литературе необходимо обратиться к системному подходу. Рынок лекарственного растительного сырья можно рассматривать с точки зрения системного подхода. Под системой в данном случае будет пониматься совокупности элементов – организаций, производящих лекарственное растительное сырье и продукты его переработки, оказывающих сходные услуги, и либо конкурирующие между собой, либо связанные какой-нибудь договоренностью (о ценах или рынках сбыта). В данной системе рыночные, конкурентные факторы, порождаемые самим рынком, будут внутренними, а политические, правовые, технологические, социальные факторы выступают как внешние. Для рынка лекарственного растительного сырья большое значение имеют также внешние факторы: географическое положение (район обслуживания), степень совершенствования таможенной системы, уровень развития информационных технологий в стране и др. [2, 7].

Как показал проведенный анализ, рынок лекарственного растительного сырья характеризуется невысоким уровнем конкурентоспособности на внешних рынках. При этом основными направлениями, которые могут обеспечить рост уровня конкурентоспособности предприятия, являются: повышение степени доступа к зарубежным рынкам; увеличение коммуникационной активности на внешнем рынке; повышение производственной гибкости предприятий, повышение конкурентоспособности производимой продукции [5, 6].

Для разработки конкретных мер по повышению конкурентоспособности рынка лекарственного растительного сырья Республики Беларусь в первую очередь определим целевые рынки для отрасли по наиболее значимым критериям оценки, которые будут предполагать наличие наибольшего потенциала развития на рынке и наименьшие риски входа и работы на данном рынке. Всю совокупность критериев, по которым будет производиться оценка стран, можно разделить на две группы критериев: критерии привлекательности и критерии риска.

Привлекательность рынка – комплексная маркетинговая оценка рынка сбыта по определенным показателям, наиболее важным с точки зрения принятия бизнес-решений, что позволит определить требуемые инвестиции, размеры будущего дохода и прибыли. Основная задача оценки привлекательности рынка состоит в выборе соответствующих оценочных показателей. В настоящее время не существует единого научно-методического подхода, позволяющего достоверно и объективно выбрать наиболее подходящий для определенной компании рынок.

Следовательно, критерии привлекательности, которые оказывают положительное воздействие на принятие решения о работе с компаниями из этой страны включают: ВВП; минимальное число компаний, работающих с рынком Беларуси; темпы роста доходов; ИРЧП; индекс роста населения; импорт стран мира. Критерии риска, оказывающие обратное воздействие на принятие решения о работе с компаниями из исследуемой страны, включают: уровень инфляции; территориальная удаленность; внешний государственный долг на душу населения; индекс коррупции; уровень безработицы; количество конкурентов. В табл. 1 на основании данных статистики, находящейся в публичном доступе, проведем количественную оценку выделенных нами факторов для потенциально целевых рынков.

Выбор стран обусловлен в первую очередь географическим расположением, что изначально обуславливает интерес бизнес-среды данных стран к работе на рынке Республики Беларусь в силу развития международных связей и экономических отношений (транспортные компании, сектор ритейла, финансовый сектор и т.д.)

Таблица 1. Количественная оценка факторов привлекательности внешних рынков

Страна	ВВП, млрд долл. США	ВВП на душу населения по ППС, долл. США	Индекс человеческого развития (ИЧР)	Темпы роста доходов, в 2019 году по сравнению с 2018 годом индекс	Индекс роста населения	Импорт стран мира за 2019 год, тыс. долл. США
Республика Беларусь	63,08	21 348	0,823	1,06	0,998	12863,2
Россия	1700,00	28184	0,824	1,0008	0,999	73502,43
Латвия	34,1	32014	0,866	1,025	0,993	14552,7
Литва	54,63	38587	0,882	1,057	0,995	9371,4
Эстония	31,47	38 540	0,892	1,058	1,003	7797,7
Польша	595,9	33 747	0,88	1,047	0,999	84423,2
Украина	153,8	4120	0,779	1,065	0,993	9850
Максимум	1700,00	38 587,00	0,89	1,07	1,00	84423,20

На основании представленных данных далее даем качественную сравнительную оценку факторов привлекательности (табл. 2.). Оценка привлекательности в относительном выражении рассчитывается по отношению к максимальному значению фактора в группе факторов.

Таблица 2. **Качественная оценка факторов привлекательности внешних рынков**

Страна	Показатели, на основе которых осуществляется расчет качественной оценки факторов, индекс						Итого
	ВВП, млрд долл. США	ВВП на душу населения по ППС, долл. США	ИРЧП	Темпы роста доходов, индекс	Индекс роста населения	Импорт стран мира за 2019 год, тыс. долл. США	
Республика Беларусь	0,037	0,553	0,923	0,995	0,995	0,152	3,656
Россия	1,000	0,730	0,924	0,940	0,996	0,871	5,461
Латвия	0,020	0,830	0,971	0,962	0,990	0,172	3,945
Литва	0,032	1,000	0,989	0,992	0,992	0,111	4,116
Эстония	0,019	0,999	1,000	0,993	1,000	0,092	4,103
Польша	0,351	0,875	0,987	0,983	0,996	1,000	5,191
Украина	0,090	0,107	0,873	1,000	0,990	0,117	3,177

Так, например, максимальное значение ВВП среди оцениваемых стран характерно для России и составляет 1 700,0 млрд долл. США (или 1,00 в относительном выражении). Тогда, например, относительное значение критерия ВВП для Латвии составит:

$$34,1 / 1700,0 = 0,02.$$

Теория и практика функционирования рыночных взаимоотношений сегодня находится на новом этапе развития, который определяется глобализацией, трансформацией системы экономических связей между хозяйствующими субъектами, а также информатизацией всех сфер человеческой деятельности. Это не может не отражаться и на таком процессе, как возникновение и модификация рисков и их воздействие на функционирование рыночных структур. Характер управленческой деятельности в области рисков также претерпевает многочисленные изменения, среди которых следует выделить использование качественно обновленного информационного инструментария и обеспечение всех видов безопасности, включая информационную, наряду с расширением требований к работникам, использующим информационные технологии, а также создающим и обслуживающим компьютерные системы. В данной связи немаловажную роль представляет количественная и качественная оценки факторов риска внешних рынков [3] В табл. 3. представлена количественная оценка факторов риска для внешних рынков сбыта лекарственного растительного сырья.

Таблица 3. **Количественная оценка факторов риска внешних рынков**

Страна	Уровень инфляции, %	Территориальная удаленность в расчете от Минска, км	Внешний государственный долг, млрд. долл	100 минус «индекс восприятия коррупции»	Уровень безработицы, %
Республика Беларусь	4,7		42,049	56	4,6
Россия	3,04	239	650,046	71	5,9
Латвия	2,8	190	39,87	43	6,2
Литва	2,242	140	34,48	40	5,8
Эстония	0,2	591	26,74	27	8,8
Польша	3,3	544	352,33	59	3,3
Украина	4,1	417	78,323	68	8,6
Максимум	4,7	591	650,046	71	8,8

В табл. 4. по аналогичной схеме расчета (соотношение фактического значения для конкретной страны с максимальным значением среди всех исследуемых стран) произведена относительная оценка факторов риска анализируемых стран.

Таблица 4. **Качественная оценка факторов риска внешних рынков**

Страна	Показатели, на основе которых осуществляется расчет качественной оценки факторов, индекс					Итого
	Уровень инфляции, %	Территориальная удаленность в расчете от Минска, км	Внешний государственный долг, млрд. долл	100 минус «индекс восприятия коррупции»	Уровень безработицы, %	
Республика Беларусь	1,0	0,0	0,1	0,8	0,5	2,4
Россия	0,6	0,4	1,0	1,0	0,7	3,7
Латвия	0,6	0,3	0,1	0,6	0,7	2,3
Литва	0,5	0,2	0,1	0,6	0,7	2,0
Эстония	0,0	1,0	0,0	0,4	1,0	2,5
Польша	0,7	0,9	0,5	0,8	0,4	3,4
Украина	0,9	0,7	0,1	1,0	1,0	3,6

Принимая во внимание полученные результаты оценки привлекательности и степени риска рассмотренных рынков сбыта лекарственного растительного сырья и продуктов его переработки, по-

строим диаграмму – карту привлекательности рынков исходя из критериев: привлекательность рынка; уровень риска на рынке (рисунок).

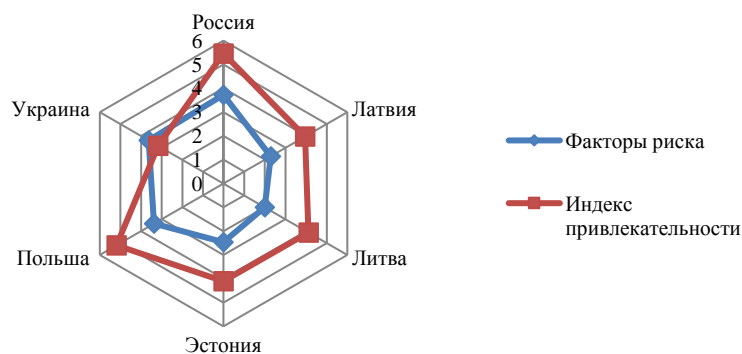


Рис. Сегментация потенциальных внешних рынков

Как видно из представленной карты сегментации, по совокупности факторов наиболее привлекательным для развития продаж являются страны с минимальным уровнем риска – это Литва и Латвия. Наиболее привлекательным является рынок Российской Федерации и Польши.

Заключение

Проведенный анализ показал низкий уровень конкурентоспособности лекарственного растительного сырья на внешних рынках. С целью разработки конкретных мер по повышению конкурентоспособности рынка лекарственного растительного сырья Республики Беларусь были рассчитаны количественная и качественная оценка факторов привлекательности внешних рынков, а также количественная оценка факторов риска внешних рынков, была построена диаграмма – карта привлекательности рынков исходя из вышеуказанных критериев. Отмечено, что по совокупности факторов наиболее привлекательным для развития продаж являются страны с минимальным уровнем риска – Литва и Латвия. Наиболее привлекательным является рынок Российской Федерации и Польши.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитические отчеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dsm.ru/marketing/free-information/analytic-reports/>– Дата доступа: 18.10.2021.
2. Иванова, М. Б. Критерии и методы оценки привлекательности рынка транспортных услуг / М. Б. Иванов // Журнал университета водных коммуникаций. – СПб.: СПбГУВК, 2011. – С. 149–157.
3. Зирченко, Л. А. Развитие функции управления рисками в современном предпринимательстве / Л. А. Зирченко // Экономика и управление. – 2018. – №7(153). – С. 73–77.
4. Карачевская, Е. В. Методологические основы концепции стратегического развития лекарственной отрасли Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019 – № 2(29). – С. – 85–95.
5. Карачевская, Е. В. Оценка потенциала организационно-экономического развития лекарственного растениеводства Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 4. – С. 16–20.
6. Карачевская, Е. В. Принципы и инструменты методики конкурентного анализа лекарственного растениеводства Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2020. – № 5 (25). – С. 72–82.
7. Карачевская, Е. В. Развитие лекарственного растениеводства в контексте мировой глобализации / Е. В. Карачевская // Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2021 – № 1(32). – С. 33–43.

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ НА РЫНКЕ ЗЕРНА ПИНСКОГО РАЙОНА

Р. К. ЛЕНЬКОВА

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

В статье рассмотрен анализ конкурентной среды на рынке зерна Пинского района. Отмечена важность зерна как основного вида растениеводческой продукции сельскохозяйственных производителей Республики Беларусь. Для анализа конкурентной среды рассмотрены основные участники рынка, объем и структура реализации зерна каждым продавцом Пинского района Брестской области. Проведенный анализ конкурентной среды показал, что региональный рынок зерна является низко концентрированным, то есть на нем отсутствуют явно выраженные лидеры. Здесь нет необходимости применять меры по демополизации, снижению барьеров «входа» и повышению открытости рынка. Значение показателя динамики рынка, равного 1,24, говорит о том, что на анализируемом рынке в настоящий момент наблюдается период позиционного роста, то есть на протяжении длительного периода времени здесь не происходит кардинальных изменений. Рассчитан показатель интенсивности конкуренции, который равен 0,23 и говорит об интенсивности конкурентной ситуации на рынке сельскохозяйственной продукции на уровне ниже среднего. Установлено, что наибольшую долю на рынке продаж сельскохозяйственной продукции в южных районах Брестской области занимает ОАО «Новодворское-агро» (15,8%), наименьшую – ОАО «Почапово». Для оценки монополизации рассматриваемого рынка проведен анализ коэффициентов рыночной концентрации и индекса рыночной концентрации Герфиндаля-Гиримана. Использован уровень концентрации шести и трех крупнейших продавцов. Проведен расчет коэффициента Холла – Тайдмана на основе сопоставления рангов предприятий на рынке и их рыночных долей. Анализ индекса Холла – Тайдмана показал, что на рынке существует значительное число конкурентов, и ситуация далека от монополии.

Ключевые слова: рынок зерна, конкуренция, растениеводческая продукция сельскохозяйственных производителей.

The article analyzes the competitive environment in the grain market of Pinsk district. The importance of grain as the main type of crop product of agricultural producers of the Republic of Belarus is noted. To analyze the competitive environment, the main market participants, the volume and structure of grain sales by each seller of Pinsk district of Brest region are considered. The analysis of competitive environment showed that the regional grain market is low concentrated, that is, there are no clearly defined leaders on it. There is no need to apply measures to demonopolize, reduce entry barriers and increase market openness. The value of market dynamics indicator equal to 1.24 indicates that the analyzed market is currently experiencing a period of positional growth, that is, there have been no cardinal changes for a long period of time. The indicator of competition intensity was calculated, which is equal to 0.23 and indicates the intensity of competitive situation in the agricultural market at a level below the average. It has been established that the largest share in the sales market of agricultural products in southern districts of Brest region is occupied by ОАО «Novodvorskoye-Agro» (15.8%), the smallest – by ОАО «Pochapovo». To assess the monopolization of the market under consideration, an analysis of the market concentration coefficients and the Herfindahl-Hirschman market concentration index was carried out. The concentration level of the six and three largest sellers was used. The Hall-Tideman coefficient was calculated based on a comparison of the ranks of enterprises in the market and their market shares. An analysis of the Hall-Tideman index showed that there are a significant number of competitors in the market, and the situation is far from being a monopoly.

Key words: grain market, competition, crop production of agricultural producers.

Введение

На современном этапе развития экономики всё больше внимания уделяется повышению конкурентных возможностей предприятия. Многие предприятия в процессе постепенного развития и становления непрерывно развивают способность к конкуренции. Хозяйствующим субъектам для выживания непременно следует соблюдать требования рынка: удовлетворять потребность потребителей более качественно и по более приемлемой для них цене. Данное требование представляет стремление субъектов рыночного хозяйства овладеть вниманием покупателей и побудить их приобрести свой товар. Создание, внедрение и широкое распространение новых продуктов, услуг, технологических процессов становятся ключевыми факторами роста объемов производства, занятости, инвестиций, внешнеторгового оборота. Именно здесь кроются наиболее существенные резервы улучшения качества продукции, экономии трудовых и материальных затрат, роста производительности труда, совершенствования организации производства и повышения его эффективности. Все это, в конечном счете, предопределяет конкурентоспособность предприятий и выпускаемой ими продукции на внутреннем и мировом рынках, улучшение социально-экономической ситуации в стране [1, 4].

Когда предприятие вступает в рыночную конкурентную борьбу, ему помогают факторы конкурентоспособности, отличающие это предприятие от конкурентов. Это такие факторы, как продукция, технология, сеть для продвижения продукта и т.д. При усовершенствовании предприятия, прежде всего, рассматривают преимущества в плане конкурентоспособности предприятия, что относится к способности своевременно применять новые технологии, использовать результаты инновационной деятельности. Новые конкурентоспособные модели на рынке складываются в пользу тех предприя-

тий, которые имеют способность использовать знания, опыт и технологии для создания новой продукции, новых технологий, новых услуг. Соперничество в области производства новых изделий и совершенствование старых всегда были важной ареной конкурентной борьбы различных предприятий, фирм и компаний. Однако особенно остро это соперничество стало в условиях научно-технической революции [2, 3].

Проблема повышения конкурентоспособности имеет несколько аспектов: технологический, организационный, экономический, социальный, юридический и коммерческий. И хотя все они составляют единую систему обеспечения конкурентоспособности продукции, существует определенная очерченность решения проблем каждого из перечисленных аспектов. Однако решение экономических вопросов является первоочередным. Конкурентоспособность предприятия определяется, прежде всего, такими факторами, как потребительские свойства товаров, мера их маркетинговой поддержки, характеристика целевых рынков, поведение потребителей, потенциал и ресурсы предприятия и т. д. Набор факторов, которые определяют конкурентоспособность предприятия, оказывается столь значительным и своеобразным, что невозможно предложить единую методику сбора данных относительно их обработки и идентификации для принятия соответствующих решений.

Эти основные проблемы обеспечения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий на региональном рынке легли в основу наших разработок. В процессе исследования использовались общенаучные методы анализа и синтеза, обобщения, аналогии, сравнения, монографический и аналитический методы.

Основная часть

Зерно является основным видом растениеводческой продукции сельскохозяйственных производителей Республики Беларусь, поэтому состояние рынка зерновых культур в целом отражает те тенденции, которые складываются на рынке продукции растениеводства в целом.

Для анализа конкурентной среды рассмотрим основных участников рынка. Объем и структура реализации зерна каждым продавцом Пинского района Брестской области представлен в табл. 1.

Таблица 1. Объем реализации зерна сельскохозяйственными организациями Пинского района

Перечень производителей на рынке	Объем реализации каждым продавцом (Vi), тыс. руб.		Доли реализации продукции каждым продавцом (Di), %	
	2018	2019	2018	2019
ОАО «Оснежицкое»	462	550	9,3	9,0
ОАО «Ставовское»	533	699	10,8	11,4
ОАО «Лопатино»	279	373	5,6	6,1
ОАО «Ласицк»	453	245	9,1	4,0
ОАО «Плещицы»	351	322	7,1	5,3
ОАО «Охово»	307	328	6,2	5,4
ОАО «Труд»	335	362	6,8	5,9
ОАО «Логишин»	65	273	1,3	4,5
ОАО «Валище»	268	558	5,4	9,1
ОАО «Лыше»	270	352	5,5	5,8
ОАО «Почапово»	157	118	3,2	1,9
ОАО «Молотковичи»	109	260	2,2	4,2
ОАО «Пинский мясокомбинат»	152	148	3,1	2,4
ОАО «Пинскрайагросервис»	177	274	3,6	4,5
ОАО «Парохонское»	293	289	5,9	4,7
ОАО «Новодворское-агро»	743	969	15,0	15,8
Итого	4954	6120	100,0	100,0

Для определения динамики рассматриваемого рынка рассчитаем показатель динамики рынка (T_m):

$$T_m = \frac{V'_m - V_m}{V_m} \cdot \frac{12}{t} + 1, \quad (1)$$

где T_m – показатель динамики рынка; V'_m , V_m – объем продаж на рынке за предыдущий и отчетный периоды; t – продолжительность периода.

В нашем случае $T_m = 1,24$ или 124 %.

Таким образом, поскольку $0,7 < 1,24 < 1,4$, анализируемый рынок по реализации сельскохозяйственной продукции проходит состояние позиционного роста.

Рассчитаем показатель интенсивности конкуренции (U_t). Показатель характеризует остроту конкуренции, при $U_t = 1$ конкуренция максимальна [5, 6].

$$U_t = (1,4 - 1,24) / 0,7 = 0,23. \quad (2)$$

Рассчитанный показатель интенсивности конкуренции (U_t), равный 0,23, говорит об интенсивности конкурентной ситуации на рынке сельскохозяйственной продукции на уровне ниже среднего.

Наибольшую долю на рынке продаж сельскохозяйственной продукции в южных районах Брестской области занимает ОАО «Новодворское-агро» (15,8 %), наименьшая доля рынка среди рассматриваемых организаций приходится на ОАО «Почапово».

Рассчитаем интенсивность конкуренции по распределению рыночных долей (U_d). Для этого составим таблицу для расчета дисперсии рыночной доли предприятий (табл. 2).

Найдем дисперсию значения: $\sigma_s^2 = 187,5/16 = 11,7$.

Среднеквадратическое отклонение составит: $\sigma_s = \sqrt{11,7} = 3,4$.

Найдем коэффициент вариации:

$$V_s = \frac{\sigma_s}{D} \cdot 100\% = \frac{3,4}{6,3} \cdot 100\% = 54,8\% \quad (3)$$

Следовательно, в среднем вариация рыночных долей составляет 54,8 %.

Определим интенсивность конкуренции по распределению рыночных долей:

$$U_d = 1 - \frac{\sigma_s}{D} = 1 - 0,5498 = 0,452 \quad \text{или } 45,2\% \quad (4)$$

Рассчитанный показатель интенсивности конкуренции говорит о том, что интенсивность конкуренции чуть ниже средней.

Таблица 2. Данные для расчета дисперсии рыночной доли предприятий

Перечень производителей на рынке	Отклонение от средней доли, $D_i - D_{cp}$	Квадрат отклонения, $(D_i - D_{cp})^2$
ОАО «Оснежицкое»	2,7	7,5
ОАО «Ставокское»	5,2	26,7
ОАО «Лопатино»	-0,2	0,0
ОАО «Ласицк»	-2,2	5,0
ОАО «Плешицы»	-1,0	1,0
ОАО «Охово»	-0,9	0,8
ОАО «Труд»	-0,3	0,1
ОАО «Логишин»	-1,8	3,2
ОАО «Валище»	2,9	8,2
ОАО «Лыще»	-0,5	0,2
ОАО «Почапово»	-4,3	18,7
ОАО «Молотковичи»	-2,0	4,0
ОАО «Пинский мясокомбинат»	-3,8	14,7
ОАО «Пинскрайагросервис»	-1,8	3,1
ОАО «Парохонское»	-1,5	2,3
ОАО «Новодворское-агро»	9,6	91,8
Итого	-	187,5

Для оценки монополизации рассматриваемого рынка проанализируем коэффициенты рыночной концентрации (CR-6 и CR-3) и индекс рыночной концентрации Герфиндаля-Хиршмана (НИ). Будем использовать уровень концентрации шести и трех крупнейших продавцов. Расчет коэффициента рыночной концентрации для шести крупнейших продавцов представим в табл. 3.

Таблица 3. Расчет коэффициента рыночной концентрации предприятий на рынке зерна

Показатели	Значения
Общий объем реализации товара на рынке, тыс. руб.	6120
В т.ч. ОАО «Новодворское-агро»	969
ОАО «Ставокское»	699
ОАО «Валище»	558
ОАО «Оснежицкое»	550
ОАО «Лопатино»	373
ОАО «Труд»	362
Объем реализации шести крупнейших продавцов, тыс. руб.	3511
Объем реализации трех крупнейших продавцов, тыс. руб.	2226
Коэффициент концентрации (CR-6), %	57,4
Коэффициент концентрации (CR-3), %	36,4

Рассчитаем индекс рыночной концентрации Херфиндаля-Хиршмана (НИ) как сумму квадратов долей, занимаемых на рынке всеми действующими на нем продавцами. Для этого составим расчетную табл. 4.

Таблица 4. Данные для расчета индекса рыночной концентрации

Перечень производителей на рынке зерна	Доля продавца на товарном рынке $D_i = V_i / V_m, \%$	Квадраты долей $D_i^2 = (V_i / V_m)^2, \%$
ОАО «Оснежицкое»	9,0	80,8
ОАО «Ставокское»	11,4	130,5
ОАО «Лопатино»	6,1	37,1
ОАО «Ласицк»	4,0	16,0
ОАО «Плешицы»	5,3	27,7
ОАО «Охово»	5,4	28,7
ОАО «Труд»	5,9	35,0
ОАО «Логишин»	4,5	19,9
ОАО «Валище»	9,1	83,1
ОАО «Лыще»	5,8	33,1
ОАО «Почапово»	1,9	3,7
ОАО «Молотковичи»	4,2	18,0
ОАО «Пинский мясокомбинат»	2,4	5,8
ОАО «Пинскрайагросервис»	4,5	20,0
ОАО «Парохонское»	4,7	22,3
ОАО «Новодворское-агро»	15,8	250,7
Итого	100,0	812,5

Таким образом, получаем, что $HNI = 812,5$. Таким образом, мы приходим к выводу, что рынок сельскохозяйственной продукции в Пинском районе – рынок III типа – низкоконцентрированный, т.к. $CR-3 = 36,4 \%$, а $HNI < 1000$.

Рассчитаем также коэффициент Холла – Тайдмана на основе сопоставления рангов предприятий на рынке и их рыночных долей:

$$HT = \frac{1}{2(\sum_{i=1}^N R_i S_i) - 1}, \quad (5)$$

где R – ранг предприятия на рынке по убывающей, ранг самого крупного предприятия – 1; s_i – доля продаж i -го предприятия.

$$HT = 1/((2 \times 6,3) - 1) = 0,09.$$

Анализ индекса Холла – Тайдмана показывает, что на рынке существует значительное число конкурентов, и ситуация далека от монополии [1, 3].

Заключение

Проведенный анализ конкурентной среды показал, что региональный рынок зерна является низкоконцентрированным, то есть нет явно выраженных лидеров. Здесь нет необходимости применять меры по демополизации, снижению барьеров «входа» и повышению открытости рынка. Значение показателя динамики рынка, равного 1,24, говорит о том, что на анализируемом рынке в настоящий момент наблюдается период позиционного роста. То есть на протяжении длительного периода времени здесь не происходит кардинальных изменений.

По динамике рынка рассчитан показатель интенсивности конкуренции (Ut), равный 0,23, который говорит о конкурентной ситуации на рынке сельскохозяйственной продукции на уровне ниже среднего.

Доли, занимаемые каждым участником рынка, используются как показатели рыночного потенциала: чем больше доля, тем больше рыночный потенциал. Поскольку $CR-3$ равно 36,4 %, а $HNI = 812,5$, значит, исследуемый рынок является низкоконцентрированным, т.е. на рынке отсутствуют явно выраженные предприятия-лидеры. Поэтому эти предприятия не имеют возможность влияния на конкурентную среду и не могут препятствовать тем самым входу на рынок других участников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий / О. В. Корнилова [и др.]; под ред. С. В. Севостьянова. – М.: Омега. 2016. – 408 с.
2. Аналитическая записка о выполнении Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы за 2019 год // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/programms/ca5bed93374821f3.html>. – Дата доступа: 21.08.2020.
3. Андреева, А. Е. Многофакторный анализ конкурентоспособности предприятия / А. Е. Андреева // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 3. – С. 25–28.
4. Байгот, М. С. Особенности вступления Республики Беларусь в ВТО: сельскохозяйственный аспект / М. С. Байгот // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2016. – №5. – С. 7–9.
5. Балгабаев, А. К. Особенности конкуренции сельскохозяйственных товаропроизводителей / А. К. Балгабаев // Аль-Пари. – 2017. – №3– С.65–74.
6. Карачевская, Е. В. Принципы и инструменты методики конкурентного анализа лекарственного растениеводства Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2020. – № 5 (25). – С. 72–82.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКЛАМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. И. БЕКИШ, Л. А. СЛИНЬКОВА

УО «Федерации профсоюзов Беларуси Витебский филиал
«Международный университет «МИТСО»»,
г. Витебск, Республика Беларусь, e-mail: bekish_e@tut.by

Е. Е. МАНТУР

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

При проведении оценки и анализа рекламной деятельности предприятия выявлено, что для успешного выполнения планов и ассортиментной политики специалисты маркетинга и рекламы разработали стратегию проведения рекламной деятельности по стимулированию реализации продукции. Для формирования имиджа компании, роста реализации продукции и узнаваемости ее покупателем на предприятии разработан бренд – торговая марка «Ганна». Для обеспечения привлекательности широкого ассортимента выпускаемой продукции специалистами постоянно разрабатываются новые линейки. Продукция компании производится только из свежего и натурального мяса без ГМО и без сои. Реклама в сложных условиях пандемии и конкуренции способствует укреплению позиций торговой марки «Ганна» на рынке Республики Беларусь и за его пределами и повышению экспорта готовой продукции. Участие в специализированных выставках и форумах дают возможность заключать договора по экспорту и инвестиционным проектам, что позволяет предприятию закрепить свои позиции на освоенных рынках и обеспечивает выход на новые, что приводит к постоянному росту выручки от реализации продукции. Для повышения привлекательности продукции «Ганна» предприятие постоянно участвует в проводимых конкурсах. Дипломы в различных номинациях за участие в профессиональных дегустациях и постоянно получаемые премии «Народная марка» в номинации «Производитель мяса птицы» являются доказательством предпочтения и доверия потребителей. По итогам 2020 года предприятие в республиканском конкурсе в своей отрасли получило диплом «Лучший экспортер года». Повышение экспорта готовой продукции и рост выручки от ее реализации свидетельствуют об эффективности использования рекламы в маркетинговой деятельности предприятия.

Ключевые слова: маркетинг, реклама, выставка, дегустация, продукция, рынок, экспорт.

When evaluating and analyzing the advertising activities of an enterprise, it was revealed that for the successful implementation of plans and assortment policy, marketing and advertising specialists developed a strategy for conducting promotional activities to stimulate product sales. For the formation of the company's image, the growth of product sales and recognition by its buyers, the company has developed a brand – the trademark «Ganna». To ensure the attractiveness of a wide range of products, specialists are constantly developing new lines. The company's products are made only from fresh and natural meat without GMOs and without soy. Advertising in the difficult conditions of pandemic and competition helps to strengthen the position of Hanna brand in the market of the Republic of Belarus and beyond and increase the export of finished products. Participation in specialized exhibitions and forums makes it possible to conclude contracts for exports and investment projects, which allows the company to consolidate its position in the developed markets and provide access to new ones, which leads to a constant increase in revenue from product sales. To increase the attractiveness of Ganna products, the company constantly participates in ongoing competitions. Diplomas in various nominations for participation in professional tastings and constantly received awards «People's Mark» in the nomination «Poultry Meat Producer» are proof of the preference and trust of consumers. At the end of 2020, the enterprise received the diploma «Best Exporter of the Year» in the republican competition in its industry. The increase in exports of finished products and the growth of proceeds from its sale testify to the effectiveness of the use of advertising in the marketing activities of the enterprise.

Key words: marketing, advertising, exhibition, tasting, products, market, export.

Введение

Из-за ситуации, сложившейся в самоизолировавшемся мире, и мер, которые принимаются для противодействия коронавирусу, в экономике роль маркетинга усиливается. Одной из его основных задач является сформировать рынок полезных, пользующихся постоянным спросом потребителя и приносящих прибыль производителю, товаров. Маркетинг должен способствовать и организовывать успешное продвижение товара на рынке для обеспечения эффективной деятельности предприятия.

Собственно, в процессе реализации готовой продукции выясняется, как точны и удачны были ранее использованные концепции и стратегии по продвижению товара на рынок. И если все оказалось так, как и было задумано, то покупатель обязательно заметит товар и прибыль – конечная цель любой предпринимательской деятельности – не заставит себя ждать. В противоположном случае, ни о каких высоких доходах и говорить не приходится [1, 6].

В маркетинговую деятельность по продвижению на рынок производимой продукции входит представление как предприятия, так и продукции потенциальному покупателю, которое требует использования организации рекламы. Известно, что основным инструментом в продвижении товара на рынке в маркетинговой деятельности является, прежде всего, реклама, которая позволяет организовывать эффективные продажи. Реклама является неотъемлемой частью современного бизнеса. Этот ёмкий и

многоаспектный вид рыночной деятельности часто выделяют даже в самостоятельное направление. Однако максимальная реализация преимуществ рекламной деятельности обеспечивается в процессе осуществления комплекса всех этапов маркетинговой деятельности предприятия [7].

Цель исследований – проведение оценки и анализа рекламной деятельности ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика».

Основная часть

Информационной базой для исследований являются материалы годовых бухгалтерских отчетов, данные производственно-хозяйственной деятельности организации и показатели ее эффективности, электронные информационные ресурсы. Основные методы исследования: аналитический, методы экономического и статистического анализа.

Главная стратегическая цель любой организации: производство конкурентоспособной и безопасной продукции, соответствующей законодательным и другим обязательным требованиям, превосходящей ожидания и требования потребителей, приносящей устойчивую прибыль для дальнейшего развития производства с целью удовлетворения всех заинтересованных сторон [4, 5].

В настоящее время ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» – крупнейшее в Республике Беларусь предприятие, которое занимается производством мяса птицы на промышленной основе с общим замкнутым производственным циклом от получения инкубационных яиц и выращивания молодняка до полной переработки мяса птицы в полуфабрикаты быстрого приготовления, готовую продукцию (копчености, колбасные изделия, рулеты ветчины) и реализации. На протяжении многих лет это предприятие стабильно и эффективно развивается, которое делает ставку на инвестиционные программы, используя современные уникальные технологии, выпуская широкий ассортимент высококачественной продукции из мяса птицы и при этом удовлетворяя самые изысканные вкусы потребителей. Анализ состояния потребительского рынка для предприятия с учетом его потенциальных возможностей позволяет прогнозировать рост производства и реализации продукции [2].

Об эффективной деятельности предприятия свидетельствует рост объема производства валовой продукции, который в 2020 году составил в сопоставимых ценах 103,5 % [8].

На предприятии уделяется большое внимание рекламе и связям с общественностью, так как от умелой организации рекламной деятельности во многом зависит успешность выполнения планов и ассортиментной политики, проводимой на предприятии. Для этих целей специалистами отдела маркетинга и рекламы разработана стратегия проведения рекламных мероприятий по стимулированию реализации продукции. При этом для формирования имиджа компании, успешной реализации продукции и узнаваемости ее покупателем на предприятии разработан бренд (торговая марка) на выпускаемую продукцию под логотипом и графическим изображением «Ганна». Торговая марка «Ганна» помогает узнавать и отличать выпускаемую продукцию предприятия от всей другой, предложенной конкурентами. Маркетинговая и рекламная деятельность предприятия, в сложных условиях пандемии и конкуренции, направлена на сохранение и дальнейшее укрепление позиций торговой марки «Ганна» на рынке Республики Беларусь и за его пределами. За последние годы узнаваемость и популярность торговой марки «Ганна» значительно возросла. В результате все больше покупателей отдают предпочтение именно продукции под брендом «Ганна». В первую очередь этому способствуют дегустации, проводимые на ярмарках и выставках, где специалисты отдела маркетинга и рекламы активно принимают участие и достойно представляют свою продукцию.

Широкий ассортимент выпускаемой продукции, который насчитывает более 230 наименований из мяса птицы высокого качества, обеспечивает привлекательность предприятия как для отечественных, так и зарубежных партнеров. Чтобы помочь покупателю в выборе, специалисты маркетинга и рекламы разрабатывают новые линейки продукции. Для детей предлагается продукция линейки «Переменка» и «БанЗай». Эта продукция имеет высокое качество и удобную небольшую упаковку. Продукция этих линеек отличается дружелюбным дизайном с яркими и запоминающимися персонажами, которых любят дети. Пользуется спросом продукция линеек «Ганна Эко» и «Премиум продукт», которая производится только из свежего и натурального мяса без ГМО и без соли. Для любителей отдыха на природе в ассортименте продукции имеется линейка «Румяный Гриль» от «Ганны». Сюда входят уже замаринованные полуфабрикаты, что позволяет сэкономить время приготовления. Весной в продаже в сети фирменных магазинов «Ганна» была представлена новая линейка продукции «Традиция».

Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь является экспорт. Важнейшим критерием развития, не без основания, определяют рост экспорта. Поэтому основной стратегией повышения экономической эффективности хозяйствования и рентабельности предприятия является укрепление прежних позиций на рынке мясных продуктов и рост объемов реализации выпускаемой продукции, как на территории республики, так и на экспорт [3].

Для освоения и выхода на новые рынки в целях демонстрации образцов и изучения спроса на свою продукцию ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» регулярно принимает участие в специализированных выставках и форумах. Так, с 20 по 22 ноября 2017 года предприятие участвовало в международной выставке продуктов питания и напитков, упаковки и оборудования для переработки Agro Food Drink Tech Expo в Тбилиси, где в экспозиции белорусских производителей «Made in Belarus» представило свою продукцию. Дегустация (колбасных изделий) и продажа (сырой и готовой продукции) ТМ «Ганна» с 11 по 14 октября 2018 г. проходила в городе Могилёве в рамках V Форума регионов Беларуси и России. В результате были подтверждены ранние договоренности и заключены новые договора на поставку продукции в Российскую Федерацию. В Российскую Федерацию поставка продукции производится посредством созданных предприятием торговых домов (ООО «ТД «Витебский бройлер – Смоленск» и ООО «Витебский бройлер – Псков»). Через собственную товаропроводящую сеть на экспорт предприятием здесь реализуется 99 % продукции. Сложность реализации продукции в Российскую Федерацию заключается в периодических запретах на ввоз продукции.

ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» в рамках Национальной экспозиции Республики Беларусь участвовала в 1-й международной китайской выставке импортных товаров и услуг «CHINA INTERNATIONAL IMPORT EXPO 2018» в Шанхае. При этом после демонстрации и дегустации продукции торговой марки «Ганна» были проведены деловые переговоры с представителями заинтересованных компаний по заключению договоров по экспорту и инвестиционным проектам.

Для повышения интереса и продвижения своей продукции на рынке Казахстана с целью увеличения продаж в апреле 2019 г. предприятие участвовало в выставке белорусских производителей «Made in Belarus», в выставочном комплексе «Атакент-Экспо» в Алматы (Казахстан), где за активное участие отмечена дипломом. С целью углубленного изучения особенностей и интереса потребителей к продукции ТМ «Ганна» специалисты предприятия в мае 2019 года участвовали в 25-й Юбилейной Азербайджанской Международной Выставке Пищевой Промышленности.

Дегустация новинок продукции ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» была проведена в мае 2019 г. в Витебске на международном форуме «Инновации. Инвестиции. Перспективы». Участие предприятия в этом форуме позволило заключить новые долгосрочные договора с различными компаниями. В сложных условиях пандемии ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» участвовала в феврале 2020 года в «Белорусско-узбекском аграрном форуме», где были подписаны соглашения на поставку продукции. За участие в профессиональной дегустации на данном форуме грудка цыпленка-бройлера копчено-вареная «Аппетитная» из линейки «Премиум» была удостоена диплом «Лучший вкус».

Предприятие постоянно принимает активное участие в проводимых Международных специализированных выставках «БЕЛАГРО», где успешно предоставляет для дегустации новинки своей продукции. На этих выставках продукция торговой марки «Ганна» получала дипломы в различных номинациях. Участие в международных форумах и выставках способствует формированию имиджа ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» и положительного мнения о продукции у потребителей и тем самым обеспечивает закрепление позиций на ранее освоенных рынках сбыта и позволяет выходить на новые рынки. При этом происходит повышение экспорта готовой продукции. В частности, в 2020 году экспорт продукции под брендом «Ганна» составил 15,6 млн долларов. В результате по итогам 2020 года предприятие стало победителем республиканского конкурса «Лучший экспортер» в своей отрасли. Диплом конкурса «Лучший экспортер года» подтверждает высокие достижения компании, которые формируют ее имидж за рубежом [8].

Таким образом, несмотря на понижение экономической активности в мире в связи с пандемией предприятию удастся наращивать экспорт своей продукции. Для повышения эффективности продаж на отечественном рынке предприятие участвует во всех мероприятиях, проводимых в стране. В республике ежегодно осенью проводится фестиваль-ярмарка тружеников села «Дожинки», где ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» является постоянным участником, работа и продукция которой была отмечена дипломами в различных номинациях.

Впервые в июле 2021 года ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» была участником республиканского праздника «Купалье» или «Александрия собирает друзей», который проводился в агрогородке Александрия. Предприятием была представлена «самая большая из вкусных и самая вкусная из больших» колбаса. Ее вес составил 18 кг. В день фестиваля экспозицию фабрики посетили более 300 гостей, которые с удовольствием полакомились и покупали продукцию. Больше было продано продукции, приготовленной на мангале. Кроме того, для обеспечения привлекательности продукции «Ганна» предприятие ежегодно принимает участие в проводимых конкурсах. В Беларуси в 2018 году проводился профессиональный конкурс в сфере маркетинга и брендинга БРЕНД ГОДА, где бренд «Ганна» получил серебряную награду в потребительской номинации [9].

Последние четыре года ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» является победителем пре-

мии «Народная марка» в номинации «Производитель мяса птицы». Это является доказательством предпочтения и доверия отечественных потребителей, так как они отдают свои голоса за продукцию «Ганна». ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» принимает участие в спонсорской деятельности. Она является партнером Международного фестиваля искусств «Славянский базар в Витебске».

Представители коллектива по праздникам посещают маленьких воспитанников учреждения здравоохранения «Витебский областной специализированный дом ребенка». При посещении детям вручают сладкие подарки, а руководству Дома ребенка сертификат на получение благотворительного взноса на определенную денежную сумму. Представление широкого ассортимента товаров от этого предприятия в крупных торговых сетях Беларуси, но и других регионов, в том числе ближнего и дальнего зарубежья способствует увеличению объема продаж и выручки от реализации продукции. Динамика выручки от реализации продукции за последние пять лет представлена на рисунке.

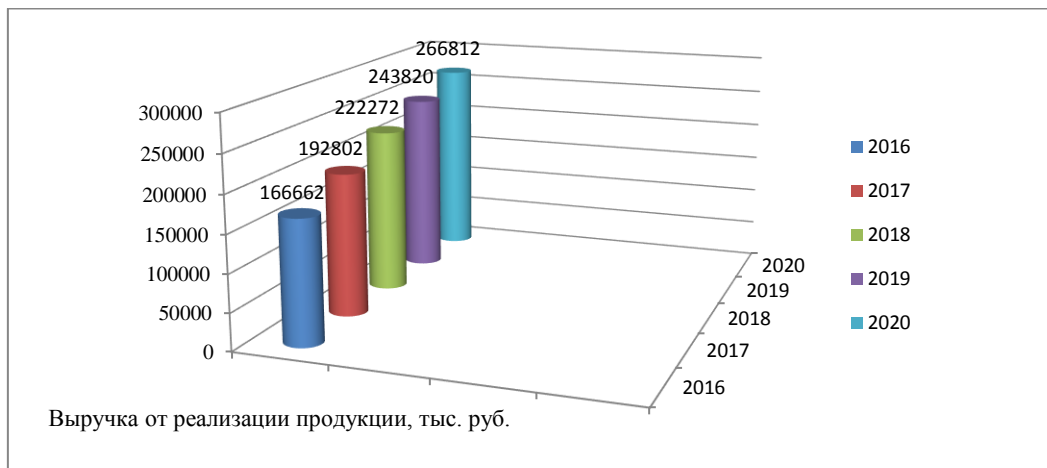


Рис. Динамика выручки от реализации продукции

Как следует из представленной информации, показатели выручки от реализации продукции с каждым годом увеличиваются. Если в 2016 году выручка от реализации продукции составляла 166662 тыс. руб., то уже в 2020 году ее показатель повысился на 100150 тыс. руб. или на 62,5 %. Это является подтверждением эффективности рекламной деятельности предприятия.

Заключение

Установлено, что наличие торговой марки «Ганна» помогает покупателям узнавать и закреплять в сознании выпускаемую продукцию предприятия в отличие от товара, предлагаемого конкурентами. Выявлено, что маркетинговая и рекламная деятельность предприятия способствуют сохранению и укреплению позиций торговой марки «Ганна» на рынке Республики Беларусь и за его пределами. Активное участие в выставках и других мероприятиях, проводимых в Беларуси и странах ближнего и дальнего зарубежья, содействуют успешному продвижению своей продукции, что приводит к повышению экспорта готовой продукции. Положительная динамика выручка от реализации продукции за 2016–2020 годы подтверждает эффективность рекламной и маркетинговой деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский, С. И. Управление сбытом: тексты лекций для студентов специальности 1-26 02 03 «Маркетинг» очной и заочной форм обучения / С. И. Барановский, С. В. Шишло. – Минск: БГТУ, 2014. – 106 с.
2. Бекиш, Е. И. Анализ и формирование каналов рынка сбыта продукции на предприятии / Е. И. Бекиш // Право. Экономика. Психология. – 2018. – №2(10). – С. 24–29.
3. Бекиш, Е. И. Анализ резервов повышения эффективности хозяйствования и рентабельности в ОАО «Молоко» / Е. И. Бекиш, Р. В. Бекиш // Ученые записки УО «ВГАВМ». – 2010. – Т. 46, вып. 2. – С. 335–338.
4. Бекиш, Е. И. Анализ финансовых результатов деятельности организации / Е. И. Бекиш, А. А. Барина // Право. Экономика. Психология. – 2021. – № 3 (23). – С. 24–29.
5. Бекиш, Е. И. Экономическая эффективность деятельности ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод» и направления ее повышения / Е. И. Бекиш // Право. Экономика. Психология. – 2017. – № 2(7). – С. 34–38.
6. Ермолович, Л. Л. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Л. Л. Ермолович. – Минск, 2006. – 376 с.
7. Маркетинг: краткий курс лекций для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия / Сост.: Л. Н. Минеева // ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 74 с.
8. Официальный сайт «ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://ganna.by/about/aktzioneram/>– Дата доступа: 09.11.2021.
9. Официальный сайт «ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://ganna.by/about/nagrady-i-diplomy/>– Дата доступа: 01.11.2021.

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

И. В. ЖУРОВА

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

(Поступила в редакцию 18.01.2022)

В настоящее время в Республике Беларусь проблема устойчивого развития сельскохозяйственных организаций является определяющей для достижения экономического роста и продовольственной безопасности. Устойчивое экономическое развитие является базой, на основе которой осуществляется выработка основных направлений финансово-экономической политики организаций, и от того, насколько качественно оно выбрано, зависит эффективность принимаемых управленческих решений. В статье отражены результаты теоретического исследования сущности категорий «устойчивое развитие», его особенностей и составных элементов, факторов и принципов. На основании проведенного комплексного теоретического исследования, а также особенностей и рисков функционирования сельскохозяйственных организаций по производству овощей открытого грунта предложен авторский вариант трактовки понятия «устойчивое экономическое развитие сельскохозяйственной организации». Для достижения устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощной продукции открытого грунта, необходимо постоянно анализировать показатели эффективности ее деятельности, и на основе полученных данных разрабатывать мероприятия необходимые для исправления сложившейся ситуации, определять мотивационный механизм ее развития, стратегические цели и задачи в развитии, запланировать направления их дальнейшего развития. Предложенная в статье методика комплексной оценки основана на расчете коэффициента устойчивого экономического развития с учетом трех групп показателей (производственных, эффективности сбытовой деятельности, финансовых). Методика дает возможность оценить эффективность деятельности сельскохозяйственной организации по производству овощей открытого грунта, осуществлять своевременную диагностику ее состояния и использовать полученные результаты, для принятия управленческих решений исходя из стратегических целей предприятий и требований рынка продовольствия.

Ключевые слова: экономическая, устойчивость, развитие, подход, сельскохозяйственная организация.

Currently, in the Republic of Belarus, the problem of sustainable development of agricultural organizations is crucial for achieving economic growth and food security. Sustainable economic development is the basis on which the main directions of financial and economic policy of organizations are developed, and the effectiveness of management decisions depends on how well it is chosen. The article reflects the results of a theoretical study of the essence of the categories of "sustainable development", its features and components, factors and principles. On the basis of a comprehensive theoretical study, as well as the features and risks of the functioning of agricultural organizations for the production of open-ground vegetables, the author's version of the interpretation of the concept of "sustainable economic development of an agricultural organization" is proposed. In order to achieve sustainable economic development of an agricultural organization for the production of outdoor vegetable products, it is necessary to constantly analyze the performance indicators of its activities, and based on the data obtained, develop measures necessary to correct the current situation, determine the motivational mechanism of its development, strategic goals and objectives in development, plan directions for their further development. The methodology of complex assessment proposed in the article is based on the calculation of the coefficient of sustainable economic development taking into account three groups of indicators (production, marketing efficiency, financial). The methodology makes it possible to evaluate the effectiveness of the activity of an agricultural organization for the production of open-ground vegetables, carry out timely diagnostics of its condition and use the results obtained to make management decisions based on the strategic goals of enterprises and the requirements of the food market.

Key words: economic, sustainability, development, approach, agricultural organization.

Введение

В настоящее время широкое распространение получила концепция устойчивого развития. Концепция предполагает оптимальное использование ограниченных ресурсов за счет применения ресурсосберегающих технологий, в первую очередь, в добыче и переработке сырья и производство экологически приемлемой продукции при минимизации, переработке и уничтожении отходов производства и потребления.

В настоящее время ФАО, в рамках стратегии устойчивого развития, поставлена следующая задача: «К 2030 году обеспечить создание устойчивых систем производства продуктов питания и внедрить методы ведения сельского хозяйства, которые позволяют повысить жизнестойкость и продуктивность и увеличить объемы производства, способствуют сохранению экосистем, укрепляют способность адаптироваться к изменению климата, экстремальным погодным явлениям, засухам, наводнениям и другим бедствиям и постепенно улучшают качество земель и почв».

Стратегической целью устойчивого развития организаций является достижение высоких жизненных стандартов населения на основе перехода к высокоэффективной экономике, основанной на знаниях и инновациях [5].

В научной литературе встречается большое количество различных подходов к определению основных составляющих устойчивого развития организации. Проведенные исследования [1, 2, 3, 4, 8, 9, 10] позволили сделать вывод о том, что большинство авторов сходится во мнении, что устойчивое развитие организации строится на трех основных составляющих: экономической, социальной и экологической. При этом ключевая роль принадлежит экономической составляющей устойчивого развития.

Целью исследования стало развитие теоретико-методических основ обеспечения устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции.

Основная часть

Понятие «устойчивое экономическое развитие» характеризует процесс трансформации организации, путем его адаптации к влиянию факторов внутренней и внешней среды, с одновременным выполнением стоящих перед ним социально-экологических обязательств.

Обеспечение устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощей открытого грунта производится с учетом особенностей, присущих данному виду деятельности.

Проведенные исследования различной литературы позволили выделить следующие особенности производства овощей в открытом грунте:

1) Повышенная требовательность овощных культур к условиям окружающей среды (температура, количество солнечных дней, уровень осадков и т.п.) и почвам.

Урожайность овощных культур и качество продукции одновременно с генетическими особенностями в значительной мере определяются комплексом внешних условий, которые в той или иной степени обеспечивают реализацию генетического потенциала. Среди многообразного комплекса условий можно выделить основные факторы жизни растений: абиотические (тепло, свет, влага, воздушно-газовый режим, минеральное питание); биотические (взаимное влияние культурных растений в посевах, воздействие сорных растений, полезной и вредной микрофлоры (болезни), полезные и вредные представители животного мира (вредители)); антропогенные.

2) Возделывание овощных культур характеризуется высокой трудоемкостью.

Как показали проведенные исследования в среднем за последние три года размер затрат труда на производство 1 ц овощей составляет около 3,1 чел-часа, что более чем в четыре раза выше, чем аналогичный показатель по зерновым культурам. Самыми трудоемкими в выращивании, среди широко культивируемых в открытом грунте овощных культур являются репчатый лук (в среднем 5,42 чел-часов/ц) и белокочанная капуста (2,89 чел-часов/ц).

Высокая трудоемкость овощеводства открытого грунта связана с большим объемом ручного труда, поскольку многие овощные культуры приходится выращивать с минимальным использованием сельхозтехники. Сложно поддается механизации этап уборки урожая, например, помидоры, огурцы, тыкву, и многие другие культуры можно убирать только вручную. В связи с чем от рационального использования трудовых ресурсов во многом зависит эффективность производственного процесса.

3) Использование произведенной продукции по различным направлениям.

Важной особенностью овощной продукции является разнообразие направлений ее использования: продовольственные цели, кормовые, семена. Как показали проведенные исследования, около 80 % всех выращенных сельскохозяйственными организациями овощей реализуется на продовольственные цели, 14 % используется на корм животным, и менее 1 % используется для получения семян.

Овощная продукция может быть употреблена не только в свежем, но и в переработанном виде (овощные консервы и соки, сушеные и замороженные овощи). За последние три года в среднем около 18 % объема овощной продукции на рынке Республики Беларусь направлено на переработку.

4) Высокий выход чистого дохода на единицу земельной площади.

Главное преимущество, которым обладает овощеводство открытого грунта, по сравнению с производством в защищенном грунте, это меньшая капиталоемкость и соответственно меньшая себестоимость продукции. Кроме того, соблюдение агротехнических мероприятий, адаптированных к почвенно-климатическим условиям выращивания овощных культур позволяет получить высокую урожайность, что при сложившемся уровне цен на овощную продукцию позволяет получить значительно больший доход на единицу площади по сравнению с другой растениеводческой продукцией. По данным Национального статистического комитета в среднем за последние 5 лет цена 1 тонны основных видов овощей открытого грунта на 30 % выше стоимости аналогичного количества зерновой продукции. Например, средняя цена 1 тонны моркови на 41 % выше стоимости зерна, свеклы столовой – на 20 %, лука – на 28 % и капусты на 31 % соответственно [7].

5) Потребность в дополнительных производственных фондах организаций.

Современные тенденции развития рынка овощей открытого грунта характеризуются необходимостью трансформации производственного процесса в сельскохозяйственных организациях по производству овощей в сторону повышения механизации и автоматизации, для снижения трудовых и материальных затрат на возделывание овощных культур, наращивая объемов производства и улучшения качества производимой продукции. Для решения данной задачи необходимо повышение уровня инвестиционного обеспечения сельскохозяйственных организаций для пополнения и обновления производственных фондов, разработки, внедрения и освоения инновации, что в итоге позволит создать современное производство, обладающее инновационными технологиями и оборудованием.

Следует также отметить, что овощеводство открытого грунта относится к одной из наиболее рискованных отраслей сельского хозяйства.

Вероятность возникновения рисков обусловлена многочисленными факторами, влияние которых определяет их объективно-субъективную природу.

Объективную природу имеют риски, обусловленные внешними факторами, для оценки которых необходим мониторинг среды осуществления хозяйственной деятельности и происходящих в ней изменений. Субъективную природу имеют риски, обусловленные внутренними факторами, характер которых сопряжен с необходимостью принятия и реализации управленческих решений в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

Риски, связанные с технологией выращивания и уборки овощных культур, как составная часть производственных рисков, возникают на этапе выбора технологии. Например, несоблюдения режима влагообеспеченности растений в сочетании с изменениями температурного и питательного фона могут привести к развитию заболеваний культуры или поражению ее вредителями.

Риски, связанные с реализацией произведенной продукции главным образом, выражаются в многочисленных барьерах поставок овощной продукции в крупные торговые сети. Проблемы, связанные с возможностью реализовать произведенную сельскохозяйственными организациями овощную продукцию связаны с невысоким уровнем развития маркетинговой, логистической деятельности в данных организациях, а также с тем, что отдельные производители, как правило, не могут обеспечить такой объем производства, который позволил бы обеспечить долгосрочные взаимодействия с торговыми сетями.

Для устранения разобщенности сельскохозяйственных организаций как в вопросах управления, так и в разработке совместной стратегии производства и продвижения овощной продукции на внутреннем и внешнем рынках целесообразным является создание по зарубежному опыту на республиканском уровне Национальной ассоциации производителей овощной продукции.

Ассоциация будет осуществлять:

- разработку нормативно-правовой базы, технических и технологических стандартов;
- мониторинг рынка продовольствия;
- маркетинговые исследования;
- анализ, прогнозирование, стимулирование и разработку мероприятий, направленных на повышение конкурентоспособности продукции на внешних рынках путем повышения ее узнаваемости и привлекательности для потребителя под единой торговой маркой.

Для характеристики устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации, с учетом особенностей присущих овощеводству открытого грунта, а также потенциальных рисков целесообразно использовать понятие «устойчивое экономическое развитие» [2].

Устойчивое экономическое развитие – это сбалансированное развитие экономических, экологических и социальных факторов, обеспечивающих продовольственную безопасность и качество жизни населения.

В отличие от существующих подходов устойчивое экономическое развитие сельскохозяйственных организаций исследовано как динамический процесс, направленный на повышение доходности, снижение трудоемкости по производству овощей за счет внедрения инновационных технологий и проектов.

Для характеристики устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощей определены следующие виды устойчивости: производственная, сбытовая, финансовая и выделены группы оценочных количественных и качественных показателей (табл. 1).

– производственная устойчивость – это способность сельскохозяйственной организации сохранять стабильность производственного процесса при одновременном обеспечении его совершенствования на основе внедрения инновационных проектов;

– сбытовая устойчивость – это способность сельскохозяйственной организации создавать стабильные производственно-сбытовые цепочки при одновременном обеспечении их совершенствования на основе логистических инструментов;

– финансовая устойчивость – это способность сельскохозяйственной организации обеспечивать реализацию произведенной продукции при одновременном совершенствовании маркетинговых инструментов с целью максимизации рентабельности продаж.

Таблица 1. **Оценочные показатели устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощей**

Группа оценочных показателей	Частные оценочные показатели
Производственные показатели	Выход продукции с 1 га уборочной площади
	Выход продукции на 1000 руб. затрат
	Выход продукции на 1 балло-гектар
	Коэффициент соотношения между прибылью от реализации продукции и затратами труда
	Коэффициент соотношения между прибылью от реализации продукции и затратами на оплату труда с начислениями
	Производительность труда: – по выручке от реализации продукции
	– по объему производства продукции
	Количество произведенной продукции на 1 руб. оплаты труда с начислениями
Показатели эффективности сбытовой деятельности	Удельный вес реализованной продукции
	Удельный вес экспортной продукции
	Реализация продукции на 1 балло-гектар
Финансовые показатели	Коэффициент соотношения между выручкой от реализации продукции и себестоимостью реализованной продукции
	Рентабельность продаж продукции
	Прибыль от реализации продукции на 1 га уборочной площади
	Рентабельность продукции

Предложенная методика комплексной оценки устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции открытого грунта, основана на балльном методе оценки показателей и расчете обобщающего показателя – коэффициента устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощей открытого грунта.

Для каждого показателя определяется балльная оценка в зависимости от его удаленности от оптимального значения: зона неустойчивости, зона высокого риска, зона опасности, зона относительной стабильности, зона стабильности, зона благополучия. В качестве психологического параметра пригодности значения частных показателей для использования в рассматриваемой модели установлено ограничение их значений в пределах соответствующих оптимальному размеру $K_i > K_{\min}$. В случае принятия частным показателем значения, не соответствующего установленному ограничению его значение попадает в зону неустойчивости и не оценивается.

Научная новизна данной методики состоит в использовании разработанного алгоритма, позволяющего определить уровень устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций по производству овощной продукции: устойчивый и неустойчивый (табл. 2).

Таблица 2. **Характеристика уровней устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации по производству овощей**

Уровень устойчивости	Основные признаки
Устойчивый	Высокая стабильность и эффективность организации производственного и сбытового процесса. Большая часть фактических значений частных показателей соответствует оптимальному значению.
Неустойчивый	Нестабильность и низкая эффективность производственного и сбытового процесса. Значительная часть значений частных показателей соответствует нижней границе допустимости.

На основе полученных при оценке устойчивого экономического развития сельскохозяйственной организации результатов необходимо определить слабые стороны ее деятельности, с последующей разработкой механизма повышения уровня устойчивости.

Заключение

Таким образом, предложенные подходы позволяют учесть специфику деятельности сельскохозяйственных организаций и формируют предпосылки для научного обоснования моделей, направлений

обеспечения устойчивого экономического развития и эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефименко, А. В. Формирование эффективного механизма устойчивого развития перерабатывающих организаций АПК: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Ефименко; УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Горки, 2017. – 29 с.
2. Журова, И. В. Теоретические подходы к определению понятия «экономическая устойчивость организации» / И. В. Журова // Проблемы экономики: сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад.; гл. ред. Л. В. Пакуш. – Горки: БГСХА, 2020. – Вып. 2 (31). – С. 84–90.
3. Ильичева, А. В. Формирование механизма оценки устойчивого развития территориально-промышленного комплекса: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Ильичева. – Краснодар, 2014. – 150 с.
4. Кондратенко, С. А. Направления совершенствования механизма устойчивого развития региональных агропродовольственных комплексов Республики Беларусь / С. А. Кондратенко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. – Т. 58. – № 2. – С. 143–163.
5. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.
6. Пакуш, Л. В. Формирование стратегии устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий Ирака / Л. В. Пакуш, Алхамзави Эхсан Аббас Рхаиф. – Горки: БГСХА, 2016. – 162 с.
7. Средние цены производителей сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/tseny/tseny-proizvoditeley/>. – Дата доступа: 09.04.2021.
8. Устойчивое инновационное развитие и его инвестиционное обеспечение как факторы повышения эффективности функционирования АПК / В. В. Чабатуль [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56. – № 3. – С. 286–303.
9. Хмельницкий, В. Стратегия устойчивого развития промышленных и сельских предприятий как важнейший фактор эффективного функционирования / В. Хмельницкий // Аграрная экономика. – 2019. – № 1. – С. 2–9.
10. Экономические проблемы инновационного развития АПК на современном этапе: вопросы теории и методологии / В. Г. Гусаков [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2014. – 176 с.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ

С. И. КЛИМИН

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: parfim77@tut.by

(Поступила в редакцию 18.01.2022)

В научной статье приведены результаты исследования процесса укрепления материально-технической базы крестьянских (фермерских) хозяйств. Государственная политика направлена на создание условий для дальнейшего устойчивого развития агропромышленного комплекса. Фермерские хозяйства являются самой массовой организационно-правовой формой в аграрном секторе. Развитие материально-технической базы сельского хозяйства является одним из важнейших результатов инвестиционного процесса и инвестиционной активности товаропроизводителей.

Раскрыта процедура получения современной техники и оборудования по договорам финансовой аренды (лизинга) для крестьянских (фермерских) хозяйств. Проведенные исследования указывают на то, что несмотря на принимаемые государством меры обеспеченность отрасли сельскохозяйственной техникой продолжает снижаться. Снижение технического потенциала сопровождается снижением доступных энергетических мощностей в сельском хозяйстве.

Установлено, что за период с 1990–2019 гг. наблюдается снижение количества вносимых удобрений. Производство сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь более экологично по отношению к сельскохозяйственным организациям. Крестьянские (фермерские) хозяйства при меньшем количестве используемых минеральных удобрений получают большую прибавку урожая. Выявлены специфические особенности использования машинно-тракторного парка крестьянскими (фермерскими) хозяйствами: основная масса сельскохозяйственных работ выполняется членами семьи фермера или единолично; в силу дефицита финансовых средств частных хозяйств для приобретения сельскохозяйственной техники они готовы и в ряде случаев используют привлечение техники со стороны.

Одной из причин дефицита инвестиций, является нарушение закона стоимости, что проявляется в неэквивалентном обмене при реализации крестьянским (фермерским) хозяйством произведенной продукции и покупке продукции промышленных предприятий.

Ключевые слова: сельское хозяйство, фермерские хозяйства, инвестиции, лизинг, материально-техническая база, малое предпринимательство.

The article presents results of a study of the process of strengthening the material and technical base of peasant (farmer) households. State policy is aimed at creating conditions for the further sustainable development of the agro-industrial complex. Farms are the most massive organizational and legal form in the agricultural sector. The development of material and technical base of agriculture is one of the most important results of investment process and the investment activity of commodity producers.

The procedure for obtaining modern machinery and equipment under financial rent (leasing) agreements for peasant (farmer) households is disclosed. The conducted studies indicate that despite the measures taken by the state, the provision of the industry with agricultural machinery continues to decline. The decrease in technical potential is accompanied by a decrease in available energy capacities in agriculture.

It has been established that in the period of 1990–2019 there was a decrease in the amount of fertilizers applied. The production of agricultural products in peasant (farm) households of the Republic of Belarus is more environmentally friendly in relation to agricultural organizations. Peasant (farm) households with a smaller amount of mineral fertilizers used receive a larger increase in yield. Specific features of the use of machine and tractor fleet by peasant (farmer) households are revealed: the bulk of agricultural work is performed by members of the farmer's family or individually; due to the lack of financial resources of private farms for the purchase of agricultural equipment, they are ready and in some cases use the equipment from outside.

One of the reasons for the lack of investment is the violation of the law of value, which manifests itself in an unequal exchange in the sale of manufactured products by a peasant (farm) economy and the purchase of products from industrial enterprises.

Key words: agriculture, farms, investments, leasing, material and technical base, small business.

Введение

Одним из ключевых условий эффективности сельского хозяйства является своевременное внедрение достижений научно-технического прогресса. Особая роль в данном процессе принадлежит внедрению технических средств для производства продукции сельского хозяйства.

Признавая необходимость технико-технологической модернизации сельского хозяйства, следует подчеркнуть, что в жестких рамках производственно-ресурсных ограничений, дефицита финансовых средств и низких инвестиционных возможностей субъектов аграрной сферы обостряется необходимость расширения государственного стимулирования инвестиций в технологические инновации.

Решение этой проблемы во многом зависит от наполняемости структурных элементов материально-технической базы, условий ее функционирования и воспроизводства, восприимчивости к различного рода инновациям, высокой адаптивности к меняющейся внешней среде [6].

Разработкой проблем материально-технической базы сельского хозяйства занимались такие ученые, как А. П. Шпак, А. С. Сайганов, Г. Г. Мамаева, Г. Павлова, Л. Ф. Кормаков, В. Н. Ариничев,

Н. И. Лукашев, В. П. Алферьев, Н. А. Дорофеева, В. И. Драгайцев, В.К. Осадчий, А. Г. Папцов, В. Н. Кузьмин, М. Х. Ахохова, В. Я. Лимарева, В. П. Нагребельного, Н. А. Попова.

В процессе подготовки научной статьи использовались экономико-статистические и общелогические (анализ, синтез, аналогия, обобщение) методы.

Основная часть

В соответствии с Директивой № 6 от 4 марта 2019 г. «О развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли» АПК является ведущей системообразующей сферой экономики. Он формирует рынок сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, продовольственную и экономическую безопасность, трудовой и социальный потенциал на территории сельской местности.

Ежегодно сельским хозяйством формируется более 7 % валового внутреннего продукта Республики Беларусь и 15,5 % в общем объеме экспорта товаров.

Создание условий для дальнейшего устойчивого развития АПК является одной из важнейших стратегических целей государственной политики, достижение которой должно способствовать: формированию развитой конкурентной среды; внедрению новых производственных и управленческих технологий; развитию инновационной деятельности; созданию новых рабочих мест; насыщению рынка сельскохозяйственной продукцией и продуктами питания; увеличению налоговых поступлений в бюджет; росту благосостояния и качества жизни сельского населения.

Устойчивое развитие территории сельской местности должно обеспечиваться такими мерами как: содействие развитию личных подсобных хозяйств граждан, субъектов малого предпринимательства на территории сельской местности, включая крестьянские (фермерские) хозяйства; стимулирование создания рабочих мест в несельскохозяйственных сферах деятельности, включая агроэкотуризм, экологический туризм, народные промыслы (ремесла); создание условий для самозанятости на территории сельской местности.

В составе АПК фермерские хозяйства являются самой массовой организационно-правовой формой в сельском хозяйстве. На 1 января 2021 г. в республике зарегистрировано 3462 крестьянских (фермерских) хозяйств. Основным направлением производственной деятельности фермерских хозяйств является сфера растениеводства. Важным условием развития сельского хозяйства является высокая инвестиционная активность. Инвестициям принадлежит определяющая роль в системе возобновления, сохранения, увеличения и укрепления материально-технической базы аграрной отрасли, ее развития на инновационной основе и, следовательно, механизме воспроизводства [7].

Модернизация производственно-технической базы аграрной сферы предполагает освоение значительных финансовых ресурсов. Материально-техническая база сельского хозяйства – это совокупность используемых в сельскохозяйственном производстве основных и оборотных средств. Развитие материально-технической базы сельского хозяйства является одним из важнейших результатов инвестиционного процесса и инвестиционной активности товаропроизводителей. Именно современная техника способна уравнивать и условия труда, и предоставить возможности хорошего заработка без ущерба для здоровья.

В рамках Указа Президента Республики Беларусь № 146 от 2 апреля 2015 г. «О финансировании закупки современной техники и оборудования» крестьянские (фермерские) хозяйства имеют возможность получения современной техники и оборудования по договорам финансовой аренды (лизинга). Срок рассмотрения представленных КФХ документов в ОАО «Промагролизинг» составляет не более 12 рабочих дней с момента предоставления полного пакета документов для рассмотрения заявки. При необходимости дополнительного предоставления документов срок рассмотрения заявки увеличивается не более чем на 12 рабочих дней с момента предоставления всех требуемых документов. Срок рассмотрения заявки может быть увеличен при необходимости рассмотрения вопроса Лизинговым комитетом и (или) Дирекцией ОАО «Промагролизинг» не более чем на 5 дней. Обращение в ОАО «Промагролизинг» КФХ с заявкой на приобретение техники возможно на следующих условиях:

1. Организация ведет книгу учета доходов и расходов КФХ, вновь созданное фермерское хозяйство – аванс от 20 % и предоставление дополнительного обеспечения при необходимости.

2. Организация ведет бухгалтерский учет в общеустановленном порядке – аванс от 10 % в зависимости от присвоенного рейтинга и предоставление дополнительного обеспечения при необходимости. Возможна передача в лизинг техники производства ОАО «Минский автомобильный завод – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ» и холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ» для КФХ без уплаты аванса с рейтингом не ниже «В».

3. Дополнительно для КФХ предусмотрен упрощенный порядок рассмотрения заявок на сумму не более 80 000 BYN.

В рамках реализации Указа № 146 по состоянию на 1 января 2021 г. у ОАО «Промагролизинг» имелось 1125 действующих договоров с КФХ, по которым передана в лизинг техника и оборудование общей стоимостью 41,6 млн. рублей, в том числе по 139 договорам, заключенным в 2020 году, на сумму 15,9 млн рублей.

В 2020 г. крестьянские (фермерские) хозяйства купили 94 единицы тракторов на сумму 6 029,25 тыс. рублей, 5 единиц грузовых автомобилей – 838,18 тыс. рублей, 16 единиц комбайнов зерноуборочных – 4 702,50 тыс. рублей, 2 единицы кормоуборочных комбайнов – 272,10 тыс. рублей, прочей техники и оборудования на сумму 7 425,66 тыс. рублей. На 1 января 2021 года в фермерских хозяйствах насчитывалось 4066 единиц тракторов, 845 единица грузовых автомобилей, 414 – комбайнов зерноуборочных, 230 – картофелеуборочных и 100 единиц прочей техники и оборудования.

В целях повышения экономической эффективности АПК, развития конкурентоспособного и экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности Республики Беларусь, обеспечения полноценного питания и здорового образа жизни населения, сохранения и развития сельской местности принята Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы.

Реализация мероприятий Государственной программы позволит к концу 2025 года обеспечить рентабельность продаж в сельском хозяйстве на уровне 10 %. В соответствии с подпрограммой 9 «Обеспечение общих условий функционирования АПК» предусмотрен план закупки сельскохозяйственной техники до 2025 г.

Таблица 1. План закупки сельскохозяйственной техники на 2022–2025 годы

Наименование	Количество, единиц				
	всего	годы			
		2022	2023	2024	2025
Тракторы	217	61	54	51	51
Погрузчики	42	10	8	15	9
Грузовые автомобили и автокраны	188	53	47	50	38
Плуги и бороны	35	19	8	7	1

Примечание: составлена автором на основе источника [1].

Проведенные исследования свидетельствуют, что несмотря на принимаемые государством меры обеспеченность отрасли сельскохозяйственной техникой продолжает снижаться. Снижение технического потенциала сопровождается снижением доступных энергетических мощностей в сельском хозяйстве.

Снижаются и объемы некоторых видов сельскохозяйственных работ, выполняемых в сельском хозяйстве. За период с 1990–2019 гг. наблюдается снижение количества вносимых удобрений на 56,3 % в том числе азотных на 40,4 %, фосфорных на 81,2 %, калийных на 55,3 %.

Это связано с тем, что производство сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах Республики Беларусь более экологично по отношению к сельскохозяйственным организациям. Для крестьянских (фермерских) хозяйств характерна более высокая экологическая эффективность по отношению к крупным предприятиям агропромышленного производства, поскольку при меньшем количестве используемых минеральных удобрений они получают большую прибавку урожая [4, 5].

Большинство сельскохозяйственных субъектов испытывают затруднения в финансировании расходов по инвестиционной и инновационной деятельности. Следовательно, снижается уровень обеспеченности аграрных товаропроизводителей средствами производства.

Одной из причин дефицита инвестиций, является нарушение закона стоимости, что проявляется в неэквивалентном обмене при реализации крестьянским (фермерским) хозяйством произведенной продукции и покупке продукции промышленных предприятий, зачастую при участии посреднического звена в виде агросервисных организаций.

Заключение

Развитие крестьянских (фермерских) хозяйств тесно связано с укреплением материально-технической базы, что, в свою очередь, зависит от установления рационального уровня инвестиций в основной капитал, в особенности в приобретение машин и оборудования. При этом фермеру должны быть доступны окупаемые инвестиции не только в развитие аграрного производства, но и в другие виды предпринимательской деятельности.

В связи с этим укрепление материально-технической базы частного предпринимательства в аграрной сфере на основе технологических инноваций, позволяющее выйти на новые рынки с инновационной продукцией, требует обоснованных рекомендаций и расчетов, в частности количества средств

механизации крестьянских (фермерских) хозяйств. Крестьянским (фермерским) хозяйствам в отличие от крупных сельскохозяйственных организаций, присущи следующие особенности:

- основная масса сельскохозяйственных работ выполняется членами семьи фермера или единолично;
- в силу дефицита финансовых средств в фермерских хозяйствах для приобретения сельскохозяйственной техники в ряде случаев используется техника со стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 01 февраля 2021 г., № 59 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «Юр-Спектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

2. О финансировании закупки современной техники и оборудования: Указ Президента Республики Беларусь, 02 апреля 2015 г. № 146 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

3. О развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли: Директива Президента Республики Беларусь, 04 марта 2019 г. № 6 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

4. Зимовой, Р. Анализ наличия и использования сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь / Р. Зимовой // Организационно-правовые аспекты инновационного развития агробизнеса: международный сб. науч. труд. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Западнопоморский технологический университет в Щецине; ред. Кол.: А. С. Четкин (гл. ред.) и [др.]. – Щецин-Горки, 2021. – 420 с.

5. Климин, С. И. Механизм развития диверсификации частного предпринимательства в аграрной сфере Республики Беларусь / С. И. Климин; под науч. ред. д-ра экон. наук В. И. Буця. – Горки: БГСХА, 2021. – 188 с.

6. Климин, С. И. Укрепление материально-технической базы аграрного предпринимательства / С. И. Климин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 1. – С. 25–29.

7. Шпак, А. П. Современное состояние и процесс инвестирования материально-технической базы аграрной отрасли Беларуси / А. П. Шпак, В. В. Чабатуль, А. Н. Русакович // Аграрная экономика. – 2021. – № 5. – С. 52–70.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК: 633.521:632.4(92)

РАЗВИТИЕ ПАТОГЕННЫХ МИКОЗОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Н. В. СТЕПАНОВА, С. Р. ЧУЙКО

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 15.12.2021)

В статье представлены результаты мониторинга фитопатологической ситуации в посевах льна-долгунца на территории Беларуси в условиях 2019–2020 гг. Обследование девяти льносеющих организаций, относящихся к трем агроклиматическим зонам, свидетельствуют, что средние показатели гидротермических факторов агроклиматических зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные периоды развития льна и их влияние на инфицированность растений. Наиболее распространенными и вредоносными болезнями растений являются антракноз (коллетотрихоз) и септориоз (пасмо). Развитие и распространенность антракноза по льносеющим организациям составило 9–17 %, септориоза 19–57 % и 17–43 % соответственно. Не актуальными в посевах льна сегодня установлены фузариоз (увядание, побурение), полиспороз, оидиоз (мучнистая роса), развитие которых отмечается на депрессивном уровне до 3 %. Не выявлены в процессе обследования посевов ржавчина и фузариоз по ржавчине, аскохитоз и фомоз. Установлена высокая зависимость распространенности ($R^2 = 0,61$) и развития ($R^2 = 0,72$) инфекции антракноза (возбудитель *Colletotrichum lini* Manus & Bolley) в фазы бутонизации – цветения от количества осадков за май – июнь; распространенности ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) септориоза (возбудитель *Septoria linicola* (Speg.) Gar.) к фазе технической спелости льна от суммы осадков за период вегетации, а также общей зараженности растений микозами от суммы осадков за период вегетации ($r = 0,88$). С повышением зараженности растений льна микозами повышается инфицированность их семян ($R^2 = 0,85$).

Ключевые слова: лен-долгунец, микозы, распространенность, развитие, агроклиматическая зона, погодные условия.

The article presents results of monitoring the phytopathological situation in fiber flax crops in Belarus in the conditions of 2019–2020. A survey of nine flax-growing organizations belonging to three agro-climatic zones indicates that the average indicators of hydrothermal factors of agro-climatic zones do not determine the general trend in the development of harmful biota. More informative is the characterization of environmental factors in certain periods of flax development and their influence on plant infection. The most common and harmful plant diseases are anthracnose (colletotrichosis) and septoria (pasmus). The development and prevalence of anthracnose in flax-growing organizations was 9–17 %, septoria – 19–57 % and 17–43 %, respectively. Fusarium (withering, browning), polysporosis, oidiosis (powdery mildew), the development of which is noted at a depressive level of up to 3 %, are not relevant in flax crops today. Rust and fusarium rust, ascochitosis and phomosis were not detected during the examination of crops. A high dependence of prevalence ($R^2 = 0.61$) and development ($R^2 = 0.72$) of anthracnose infection (causative agent *Colletotrichum lini* Manus & Bolley) in the budding-flowering phase on the amount of precipitation in May–June was established; prevalence ($R^2 = 0.79$) and development ($R^2 = 0.66$) of septoria blight (causative agent *Septoria linicola* (Speg.) Gar.) to the phase of technical ripeness of flax on the total precipitation during the growing season, as well as the total infection of plants with mycoses on the total precipitation during the growing season ($r = 0.88$). With an increase in the infection of flax plants with mycoses, the infection of their seeds also increases ($R^2 = 0.85$).

Key words: long-fiber flax, mycoses, prevalence, development, agro-climatic zone, weather conditions.

Введение

Лен-долгунец является единственным источником растительного сырья в Беларуси для текстильной промышленности. Объемы производства и качество льноволокна сегодня не соответствуют в должной мере потребностям страны. Одной из причин недобора продукции является поражение льна болезнями, главным образом грибкового характера. В последние годы в стране произошло значительное изменение фитосанитарной ситуации в посевах льна-долгунца относительно возбудителей болезней. Полностью исчезли ржавчина льна и фузариоз по ржавчине. Практически не выявляются аскохитоз и фомоз льна. Пораженность растений фузариозом, оидиозом и полиспорозом стала мало актуальна.

В настоящее время культура возделывается во II-й (центральной) и III-й (южной) агроклиматических зонах страны по современной классификации. В связи с потеплением климата границы центральной агроклиматической области сместились с юга на север Беларуси практически на сто километров с выделением новой IV-й зоны [1]. В результате чего в I-й (северной) зоне сегодня расположена только одна льносеющая организация, а в IV-й (новой) зоне лен не выращивается. Основная посевная площадь льна-долгунца сосредоточена в Витебской области Беларуси (II агроклиматическая зона), где ежегодно высевается 27–29 % от общей площади льна [2]. На долю льнозаводов Минской и Могилевской областей приходится в среднем по 17–21 % площадей (II–III агроклиматические зоны). Брестская и Гомельская области (III агроклиматическая зона) имеют самый низкий процент посевной площади льна-долгунца по 9–12 %.

Целью работы являлось изучение фитосанитарной ситуации в посевах льна-долгунца относительно возбудителей грибковых болезней при возделывании его в разных агроклиматических зонах Беларуси.

Основная часть

Изучение патогенного комплекса возбудителей болезней льна-долгунца осуществлялось во время проведения маршрутных обследований фитопатологического состояния посевов в льносеющих хозяйствах по агроклиматическим зонам возделывания культуры: 1-я зона – ОАО «Верхнедвинский льнозавод»; 2-я зона – ОАО «Дубровенский льнозавод», ОАО «Кореличи-лен», ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод»; 3-я зона – ОАО «Слуцкий льнозавод», ОАО «Пружанский льнозавод», КУП «Кормалён»; Филиал «Уваровичский льнозавод». Отбор растительных проб проводился в основные фазы роста и развития льна. Для получения информации о динамике развития болезней в каждом льносеющем хозяйстве выбирали 4–5 стационарных участка. Диагностика и степень поражения растений устанавливались согласно практическим руководствам по фитосанитарному контролю посевов льна-долгунца [3, 4, 5]. Для оценки влияния погодных условий на развитие микозов использовали сумму температур и сумму осадков в период вегетации растений, а также комплексный гидро-термический показатель (ГТК), рассчитанный от посева до уборки культуры.

Уровень развития и распространенности болезней зависит от многих факторов: почвенно-климатических условий, системы земледелия, технологии возделывания, сортовых особенностей культуры. Лен-долгунец поражается болезнями во все фазы развития – от всходов до созревания. В 2019–2020 гг. комплекс патогенов в посевах льна обследованных хозяйств был представлен возбудителями болезней: антракноза (коллетотрихоза) – *Colletotrichum lini* Manus & Bolley; септориоза (пасмо) – *Septoria linicola* (Speg.) Gar.; трахеомикоза (фузариозного увядания) – *Fusarium oxysporum* f. *lini* (Bolley) Snyder & Hansen; полиспороза – *Polyspora lini* Laff. & Peth.; оидиоза (мучнистой росы) – *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.

Доминирующей инфекцией в посевах льна-долгунца в период от всходов до фазы цветения установлен антракноз, возбудитель которого является узко специализированным патогеном и поражает только растения льна культурного (*Linum usitatissimum* L.). Он может повреждать всходы, стебли, листья, семена и коробочки растений на протяжении всего периода вегетации. Особый вред наносит в прохладных и влажных погодных условиях, складывающихся в период сева и всходов. В фазе всходов льна болезнь поражает корневую систему и основание молодого стебля в виде язв и перетяжек корневой шейки. Часть пораженных растений образуют дополнительные корни выше поврежденных и визуально выздоравливают, но в дальнейшем отстают в росте, а при неблагоприятных погодных условиях надламываются. По мере роста растений болезнь распространяется на листья в виде бурых пятен. При сильном поражении коробочек льна образуются тусклые, щуплые семена с низкой всхожестью. Один процент развития антракноза к уборке может снижать содержание луба в соломе на 0,08 %, а его прочность на 1,7 Ньютона [6].

Антракноз широко распространен в посевах льна во всех агроклиматических зонах льносеяния Беларуси и встречается ежегодно. В среднем за годы исследования инфицирование растений было на умеренно-депрессивном уровне – от 9 до 17 % (табл. 1). Наибольшая пораженность льна 15–17 % антракнозом отмечалась в центральной агроклиматической зоне, на полях ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод» и ОАО «Слуцкий льнозавод» южной зоны; наименьшая 9–11 % установлена в южной агроклиматической зоне на полях льносеющих организаций КУП «Кормалён», Филиал «Уваровичский льнозавод» и ОАО «Пружанский льнозавод».

Таблица 1. Пораженность льна-долгунца микозами при возделывании его в разных агроклиматических зонах Беларуси, фаза ранней желтой спелости, 2019–2020 гг.

Льносеющее хозяйство	Климатическая зона	Вид инфекции, %					Общая зараженность, %	ГТК вегетации (Селянинов)	
		антракноз	трахеомикоз	септориоз	полиспороз	оидиоз		2019 г.	2020 г.
ОАО «Верхнедвинский льнозавод»	I	12,8	2,0	35,3	0	0,9	51,0	1,14 ***	2,12 *****
ОАО «Дубровенский льнозавод»	II	14,0	1,5	38,2	0,7	1,6	56,0	1,49 ****	1,45 ****
ОАО «Кореличи-лен»	II	11,8	2,3	20,6	0	0,7	35,4	1,06 ***	1,53 ****
ОАО «Горкилен»	II	15,5	1,8	49,3	0,3	0,8	67,7	1,46 ****	1,84 *****
ОАО «Хотимский льнозавод»	II	17,4	2,0	56,5	0,8	0,6	77,3	1,31 ****	1,89 *****
ОАО «Слущкий льнозавод»	III	15,8	2,8	46,2	1,3	0,2	66,3	1,61 *****	1,76 *****
ОАО «Пружанский льнозавод»	III	10,3	1,0	18,8	0,3	0,3	30,7	0,97 **	1,09 **
Филиал «Уваровичский льнозавод»	III	10,5	1,5	35,5	0,3	1,3	49,1	1,03 ***	1,36 ****
КУП «Кормалён»	III	9,5	2,5	39,3	0,4	0,4	52,1	1,0 **	1,68 *****

* – очень засушливый период, ** – засушливый, *** – слабо засушливый, **** – оптимальный, ***** – переувлажненный.

Обследование посевов льна-долгунца по агроклиматическим зонам возделывания установило сильную зависимость развития ($R^2 = 0,72$) и распространенности ($R^2 = 0,61$) антракноза в фазы бутонизации – цветения льна от количества осадков за май – июнь (рис. 1).

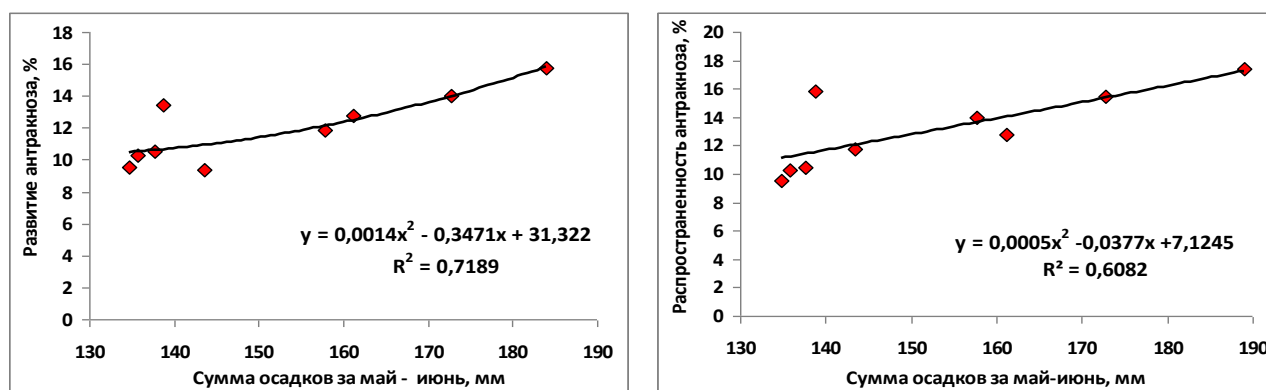


Рис. 1. Зависимость развития и распространенности антракноза льна-долгунца в фазы бутонизация – цветения от суммы осадков за период май – июнь, 2019–2020 гг.

Во второй половине вегетации ежегодно проявляется септориоз льна-долгунца. От фазы «елочка» до созревания льна болезнь может находиться в скрытом состоянии [7]. Но во второй половине вегетации на настоящих листьях и стеблях проявляются коричневые пятна. Пораженные листья засыхают, оголяя стебель. Коричневые пятна на стебле постепенно сливаются и при сильном поражении поле приобретает сероватый оттенок. Пораженные бутоны и (или) молодые коробочки засыхают и опадают. В случае поражения септориозом сформированных коробочек образуются инфицированные семена. Несмотря на то, что пасмо исключен из перечня карантинных объектов, вспышки болезни возможны при благоприятных для возбудителя условиях раз в 5–8 лет [8]. Активность патогена приводит к снижению прочности, гибкости, технической длины длинной фракции волокна и урожайности льнопродукции [9]. Сильное поражение растений может привести к недобору 20–50 % урожая семян, снижению содержания волокна в стеблях на 3 %, качества длинного трепаного волокна на 1–4 номера [10].

За 2019–2020 гг. в посевах льна обследованных хозяйств распространенность септориоза в предуборочный период составила 19–57 % при развитии болезни 17–43 %. Максимальные распространенность 46–57 % и развитие инфекции 31–43 % были установлены на полях ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод» центральной агроклиматической зоны и ОАО «Слущкий льнозавод» южной агроклиматической зоны. Наименьшее проявление септориоза льна отмечалось в ОАО «Кореличи-лен» центральной зоны и в ОАО «Пружанский льнозавод» южной зоны с распространенностью и развитием болезни 19–21 и 17–19 % соответственно.

С увеличением количества атмосферных осадков от всходов до технической спелости льна вредоносность возбудителя септориоза в посевах повышается. Установлена высокая зависимость распространённости ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) *Septoria linicola* (Speg.) Gar. от суммы осадков за период вегетации (рис. 2).

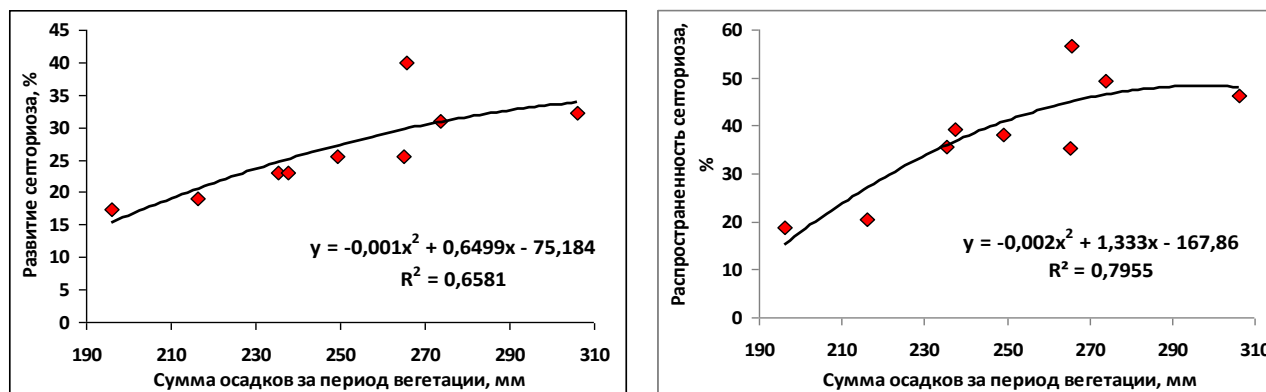


Рис. 2. Распространённость и развитие септориоза льна-долгунца к уборке в зависимости от суммы осадков за период вегетации, 2019–2020 гг.

В период обследования посевов льна-долгунца фузариозное побурение практически не встречалось, а фузариозное увядание было невысоким и имело ярко выраженный очаговый характер, так как сложившиеся погодные условия не способствовали его массовому развитию. В среднем за 2 года обследования посевов развитие и распространённость фузариозного увядания (трахеомикоза) не превышали 3 %. Проявление полиспороза в посевах льна-долгунца составило 0,3–1,3 %. Активность его возбудителя усиливается при повышении влажности, резких понижениях температуры и ярком освещении (в условиях изреженных посевов). Проявление оидиоза отмечалось в пределах 0,2–1,6 % в местах с пониженным рельефом на поздних и полеглых посевах льна-долгунца и также имело очаговый характер. В целом, развитие трахеомикоза, полиспороза и оидиоза сегодня отмечается на депрессивном уровне.

Проанализировав результаты мониторинга посевов льна-долгунца за 2019–2020 гг., можно констатировать, что разделение территории Беларуси на агроклиматические зоны фактически не соответствовало заявленным многолетним гидротермическим условиям. В 2019 г. погодные условия северной зоны имели слабозасушливый характер, а южной зоны – от засушливого до переувлажненного; в 2020 г. погодные условия северной зоны были переувлажненными, а в южной зоне – от слабозасушливых до переувлажненных. Усредненные показатели климатических факторов зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные периоды развития растений и их влияние на поражение льна грибковой инфекцией.

Корреляционный анализ полученных результатов установил наибольшее влияние на патогенез у льна температуры воздуха в июле ($r = -0,59$) и осадков в июне-июле ($r = 0,59-0,62$) (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между распространённостью (P), развитием (R) основных микозов в посевах льна-долгунца и гидротермическими факторами вегетации, 2019–2020 гг.

Вид инфекции		Сумма температур, °С				Сумма осадков, мм			
		май	июнь	июль	вегетация	май	июнь	июль	вегетация
Антракноз	P	-0,28	-0,55	-0,56	-0,53	0,20	0,66*	0,39	0,75*
	R	-0,13	-0,40	-0,47	-0,41	0,10	0,66*	0,41	0,74*
Трахеомикоз	P	-0,40	-0,39	-0,51	-0,46	0,15	0,52	0,26	0,58
	R	-0,31	-0,34	-0,31	-0,33	0,42	0,22	0,54	0,79*
Септориоза	P	0,12	-0,22	-0,46	-0,29	0,02	0,58	0,62*	0,81**
	R	-0,02	-0,32	-0,47	-0,36	0,13	0,74*	0,35	0,73*
Общая заражённость		0,03	-0,28	-0,59*	-0,34	0,16	0,62*	0,59*	0,88**

* – истинно при значении погрешности 0,05; ** – истинно при значении погрешности 0,01.

Распространённость антракноза и септориоза ($r = 0,75$ и $0,81$), а также развитие микозов льна ($r = 0,73-0,79$) находились в достоверной на уровне значимости 0,05–0,01 корреляционной связи с суммой осадков за период вегетации.

Комплексная оценка количественного состава патогенов и источников распространения инфекции необходима для создания фонда здоровых семян. С повышением заражённости растений к уборке грибковой инфекцией установлено повышение инфицированности полученных семян ($R^2 = 0,85$) (рис. 3).

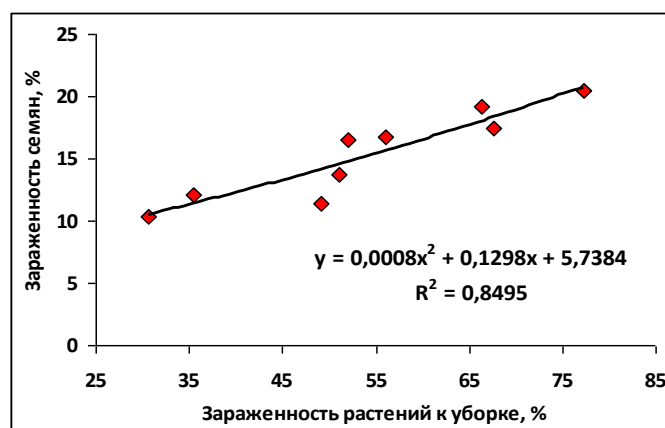


Рис. 3. Влияние зараженности растений льна-долгунца микозами к уборке на зараженность полученных семян, 2019–2020 гг.

Заключение

Полученные в 2019–2020 гг. результаты обследования посевов девяти льносеющих организаций, относящихся к трем агроклиматическим зонам, свидетельствуют, что средние показатели гидротермических факторов зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные (межфазные) периоды развития льна и их влияние на инфицированность растений.

Доминирующим патогеном в посевах льна установлен септариоз (возбудитель *Septoria linicola* (Speg.) Gar.), распространенность которого в предуборочный период составила 19–57 %, при развитии болезни 17–43 %. Развитие и распространенность антракноза (возбудитель *Colletotrichum lini* Manus et Bolley) по льносеющим организациям составила 9–17 %. Фузариозное увядание растений (возбудитель *Fusarium oxysporum* f. *lini*) имело очаговый характер и не превышало 3 %. Распространенность оидиоза (возбудитель *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.) и полиспороза (возбудитель *Polyspora lini* Laff.) льна достигала до 1,3 и 1,6 % соответственно и не лимитировала урожайность льна-долгунца.

Установлены высокая зависимость распространенности ($R^2 = 0,61$) и развития ($R^2 = 0,72$) инфекции антракноза в фазы бутонизации – цветения от количества осадков за май – июнь; распространенности ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) септориоза к фазе технической спелости льна от суммы осадков за период вегетации, а также общей зараженности растений микозами от суммы осадков за период вегетации ($r = 0,88$). С повышением зараженности растений льна микозами повышается инфицированность их семян ($R^2 = 0,85$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата (в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь): выполнение работ по проекту СЕЕФ2016-071-BL / В. Мельник [и др.]. – Минск – Женева, 2017. – 84 с.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета РБ, 2020. – 178 с.
3. Сельскохозяйственная фитопатология: учебное пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
4. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / В. А. Шкаликов [и др.]; под ред. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2004. – 208 с.
5. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца. Практическое руководство / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.
6. Дмитриев, А. А. Комплексная вредоносность сорняков, болезней и вредителей в посевах льна-долгунца: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / А. А. Дмитриев; ВНИИЗР. – Санкт-Петербург, 2003. – 20 с.
7. Тихомирова, В. Я. Очаговые неинфекционные болезни льна-долгунца / В. Я. Тихомирова, Л. М. Захарова // Защита и карантин растений. – 2013. – № 4. – С. 49–50.
8. Нехведович, С. И. Фитосанитарное состояние льна в Беларуси и система мероприятий по защите культуры от вредных объектов / С. И. Нехведович // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 53–61.
9. Курчакова, Л. Н. Эколого-генетические аспекты устойчивости к септориозу (пасмо) в селекции льна-долгунца: дис. ... док. с.-х. наук: 06.01.05. / Л. Н. Курчакова. – Москва, 2009. – 142 л.
10. Прудников, В. А. Исследования по агротехнике льна / В. А. Прудников. – Минск: ООО «Поликraft», 2016. – 174 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ, ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В. Н. БОСАК, Т. В. САЧИВКО, М. П. АКУЛИЧ, Н. В. УЛАХОВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213470, e-mail: bosak1@tut.by

(Поступила в редакцию 22.12.2021)

В полевых исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучено влияние минеральных удобрений и древесной золы на урожайность и качество фасоли овощной, пажитника голубого и укропа пахучего. В результате исследований установлено, что применение полного минерального удобрения $N_{40-60}P_{40-50}K_{70-90}$ увеличило урожайность бобов фасоли овощной в фазу технологической спелости на $0,81 \text{ кг/м}^2$, зеленой массы пажитника голубого в фазу цветения – на $0,34 \text{ г/м}^2$, зеленой массы укропа пахучего в фазу цветения – на $0,25 \text{ кг/м}^2$ при общей урожайности товарной продукции в удобренных вариантах соответственно 2,50, 1,52 и $1,34 \text{ кг/м}^2$. Внесение в предпосевную культивацию 500 кг/га древесной золы на фоне NPK способствовало дополнительному сбору $0,16 \text{ кг/м}^2$ бобов фасоли овощной, $0,17 \text{ кг/м}^2$ – зеленой массы пажитника голубого и $0,11 \text{ кг/м}^2$ – зеленой массы укропа пахучего.

Качество товарной продукции изучаемых овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур (содержание сырого протеина и нитратов) практически не зависело от доз и соотношений удобрений и агроメリорантов. В удобренных вариантах содержание сырого протеина и нитратов в товарной продукции составило соответственно 16,1–16,4 % и 37–38 мг/кг (бобы фасоли овощной), 18,8–18,9 % и 321–325 мг/кг (зеленая масса пажитника голубого), 20,1–20,4 % и 1512–1750 мг/кг (зеленая масса укропа пахучего). Содержание нитратов в товарной продукции во всех исследуемых вариантах не превышало ПДК.

Ключевые слова: минеральные удобрения, древесная зола, фасоль овощная, пажитник голубой, укроп, урожайность, качество.

In field studies on cultivated soddy-podzolic loamy soil in the Belarusian State Agricultural Academy, the influence of mineral fertilizers and wood ash on the yield and quality of vegetable beans, blue fenugreek and fragrant dill was studied. As a result of the research, it was found that the use of complete mineral fertilizer $N_{40-60}P_{40-50}K_{70-90}$ increased the yield of vegetable beans in the phase of technological ripeness by 0.81 kg/m^2 , green mass of blue fenugreek in the flowering phase – by 0.34 g/m^2 , green mass of fragrant dill in the flowering phase – by 0.25 kg/m^2 with a total yield of marketable products in fertilized options, respectively, 2.50, 1.52 and 1.34 kg/m^2 . Application during pre-sowing cultivation of 500 kg/ha of wood ash on the background of NPK contributed to the additional collection of 0.16 kg/m^2 of vegetable beans, 0.17 kg/m^2 of blue fenugreek green mass and 0.11 kg/m^2 of fragrant dill green mass.

The quality of commercial products of the studied vegetable, aromatic and essential oil crops (the content of raw protein and nitrates) practically did not depend on the doses and ratios of fertilizers and agromeliorants. In the fertilized variants, the content of raw protein and nitrates in marketable products was 16.1–16.4 % and 37–38 mg/kg, respectively (vegetable beans), 18.8–18.9 % and 321–325 mg/kg (blue fenugreek green mass), 20.1–20.4 % and 1512–1750 mg/kg (fragrant dill green mass). The content of nitrates in commercial products in all the studied options did not exceed the MPC.

Key words: mineral fertilizers, wood ash, vegetable beans, blue fenugreek, dill, productivity, quality.

Введение

Научно обоснованная система удобрения в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь обеспечивает высокие урожайность и качество товарной продукции сельскохозяйственных культур, экономическую эффективность, а также воспроизводство почвенного плодородия [1–6].

Наряду с традиционными видами органических и минеральных удобрений при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур, в первую очередь в органическом земледелии, широко применяются местные виды удобрений, в том числе зола [2, 7–18]. Актуальность применения золы в нашей стране возросла со строительством ряда тепловых электростанций, использующих в качестве топлива местные энергетические ресурсы древесины или торф [19].

Зола – минеральный остаток, образующийся при сжигании различных органических веществ. Состав золы отличается и во многом зависит от вида сгораемого топлива (древесина лиственных пород, древесина хвойных пород, торф, уголь и т. д.). Азота в золе нет, однако содержится около 30 макро- и микроэлементов, необходимых для роста и развития растений. В первую очередь зола является местным калийно-фосфорно-кальциевым удобрением. Кроме калия, фосфора и кальция, зола содержит серу, магний и целый ряд микроэлементов [11, 17].

Так, химический состав древесной золы, внесенной в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, составляет: натрий (Na) – не менее $0,5 \text{ кг/т}$; фосфор (P_2O_5) – не менее 17 кг/т ; калия (K_2O) – не

менее 29 кг/т; кальций (CaO) – не менее 40 кг/т; магний (MgO) – не менее 18 кг/т; медь (Cu) – не менее 0,056 кг/т; марганец (Mn) – не менее 10,6 кг/т; железо (Fe) – не менее 4,8 кг/т; цинк (Zn) – не менее 0,177 кг/т [20]. Зола, в первую очередь древесная, может с успехом применяться при возделывании различных видов сельскохозяйственных культур [11, 17, 21–23].

В Республике Беларусь, однако, существуют ограничения по использованию золы, полученной при сгорании загрязненного радионуклидами древесного топлива. Так, допустимые уровни содержания цезия-137 в древесном топливе, используемом в промышленных котельных и мини-ТЭЦ, ограничено 200 Бк/кг. При удельной активности древесного топлива более 200 Бк/кг получают зольные отходы с активностью более 10 кБк/кг, которые требуют захоронения. Поэтому большие объемы древесных ресурсов не могут использоваться на топливо из-за опасности загрязнения окружающей среды высокоактивными зольными отходами [24–29].

Цель исследования – изучить влияние древесной золы на урожайность и качество овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.

Основная часть

Исследования по изучению агрономической эффективности применения древесной золы проводили УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на протяжении 2018–2021 гг. на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} 6,5–6,8, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1 % (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Исследуемые культуры – укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт, фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорт Чыжовенка (сорта пажитника голубого и фасоли овощной созданы в УО БГСХА) [30–33].

Схема опыта предусматривала варианты без применения удобрений; с внесением под предпосевную культивацию $N_{40-60}P_{40-50}K_{50-90}$ (карбамид, аммофос, хлористый калий), с применением под предпосевную культивацию древесной золы (P_2O_5 – 2,45 %; K_2O – 7,14; CaO – 14,65; MgO – 2,68 %) в дозе 500 кг/га на фоне полной (K_{70-90}) и сокращенной (K_{50-70}) дозы калийных удобрений. В посевах укропа пахучего дополнительно изучали также торфяную золу (P_2O_5 – 1,84%; K_2O – 2,38; CaO – 25,42; MgO – 1,34 %) в дозе 500 кг/га. Полевые исследования, проведение лабораторных анализов и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [34–36].

Как показали результаты исследований, применение минеральных удобрений, древесной и торфяной золы оказало существенное влияние на урожайность товарной продукции исследуемых сельскохозяйственных культур (таблица). При возделывании фасоли овощной применение полного минерального удобрения $N_{50}P_{50}K_{90}$ увеличило урожайность бобов в фазу технологической спелости на 0,81 кг/м² при общей урожайности бобов 2,50 кг/м² и содержании в них 16,2 % сырого протеина и 38 мг/кг нитратов. Применение в предпосевную культивацию 500 кг/га древесной золы на фоне полной дозы минеральных удобрений способствовало прибавке урожая бобов на 0,16 кг/м², однако практически не сказалось на изменении качественных показателей товарной продукции (сырой протеин, нитраты). В исследованиях с пажитником голубым применение полного минерального удобрения $N_{40}P_{40}K_{70}$ увеличило урожайность зеленой массы на 0,34 кг/м², 500 кг/га золы – на 0,17 кг/м² при общей урожайности зеленой массы в удобренных вариантах 1,52–1,69 кг/м², содержании сырого протеина 18,8–18,9 % и содержании нитратов 321–325 мг/кг. При возделывании укропа пахучего внесение в предпосевную культивацию $N_{60}P_{50}K_{80}$ обеспечило прибавку урожая зеленой массы 0,25 кг/м², 500 кг/га древесной золы на фоне NPK – 0,11 кг/м², 500 кг/га торфяной золы на фоне NPK – 0,08 кг/м² при общей урожайности зеленой массы в удобренных вариантах 1,34–1,45 кг/м², содержании сырого протеина 20,1–20,4 %, содержании нитратов 1512–1750 мг/кг.

Внесение 500 кг/га древесной золы на фоне сокращенной дозы калия (K_{50-70}) обеспечило практически одинаковую урожайность товарной продукции изучаемых сельскохозяйственных культур в сравнении с вариантом с применением древесной золы на фоне полной дозы калия (K_{70-90}). Данная закономерность свидетельствует о высокой эффективности применения древесной золы в качестве местного удобрения, а также о возможном эквивалентном снижении доз минеральных калийных удобрений. Содержание основных качественных показателей (содержание сырого протеина и нитратов в товарной продукции) практически не зависело от доз и соотношений применяемых удобрений. Следует также отметить, что содержание нитратов в товарной продукции во всех опытных вариантах не превышало ПДК [37–39].

Влияние минеральных удобрений и золы на урожайность и качество растений

Вариант	Урожайность товарной продукции, кг/м ²	Прибавка, кг/м ²		Сырой протеин, %	Нитраты, мг/кг
		контроль	фон		
Фасоль овощная (бобы)					
Контроль без удобрений	1,69	–	–	15,6	35
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ – фон	2,50	0,81	–	16,2	38
N ₅₀ P ₅₀ K ₇₀ + древесная зола	2,62	0,93	–	16,1	38
N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ + древесная зола	2,66	0,97	0,16	16,4	37
HCP ₀₅	0,12			0,7	2
Пажитник голубой (зеленая масса)					
Контроль без удобрений	1,18	–	–	18,1	273
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	1,52	0,34	–	18,8	325
N ₄₀ P ₄₀ K ₅₀ + древесная зола	1,63	0,45	–	18,8	348
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + древесная зола	1,69	0,51	0,17	18,9	321
HCP ₀₅	0,07			0,9	15
Укроп пахучий (зеленая масса)					
Контроль без удобрений	1,09	–	–	18,0	1071
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀ – фон	1,34	0,25	–	20,4	1678
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀ + древесная зола	1,42	0,33	–	20,0	1627
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀ + древесная зола	1,45	0,36	0,11	20,3	1512
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀ + торфяная зола	1,42	0,33	0,08	20,1	1750
HCP ₀₅	0,06			1,0	77

Заключение

В исследованиях на дерново-подзолистой суглинистой почве установлено, что применение полного минерального удобрения N₄₀₋₆₀P₄₀₋₅₀K₇₀₋₉₀ увеличило урожайность товарной продукции фасоли овощной, пажитника голубого и укропа пахучего на 19–32 %, 500 кг/га древесной золы – на 6–10 %, 500 кг/га торфяной золы – на 6 % (укроп пахучий).

Общая урожайность бобов фасоли овощной в фазу технологической спелости в удобренных вариантах составила 2,50–2,66, зеленой массы пажитника голубого – 1,52–1,69, зеленой массы укропа пахучего – 1,34–1,45 кг/м² при содержании сырого протеина соответственно 16,2–16,4, 18,8–18,9 и 20,1–20,4 %, нитратов – 37–38, 321–325 и 1512–1750 мг/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая эффективность применения глауконита при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 63–66.
2. Акулич, М. П. Урожайность и качество укропа пахучего в зависимости от применения минеральных удобрений, агроулучшителей и биопрепаратов / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 6–11.
3. Босак, В. Н. Применение удобрений в севооборотах и их агроэкономическая эффективность / В. Н. Босак, О. Ф. Смянович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2006. – Т. 1. – С. 73–76.
4. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
5. Сачивко, Т. В. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании эфирно-масличных и пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2021. – Т. 55. – С. 112–119.
6. Удобрения / В. Н. Босак [и др.] // Бульба беларуская. – Минск: Беларуская энцыклапедыя, 2008. – С. 137–149.
7. Босак, В. М. Удасканаленне сістэмы ўгнаення вострасмакавых і зяленіўных культур / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 12–13.
8. Босак, В. Н. Применение удобрений в саду и огороде / В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 16 с.
9. Босак, В. Н. Продуктивность фасоли овощной в зависимости от применения регуляторов роста и удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 31–33.
10. Босак, В. Н. Эффективность агрохимических приемов при возделывании спаржевой фасоли / В. Н. Босак, В. В. Скорина, О. Н. Минюк // Почва, удобрение, урожай. – Горки: БГСХА, 2012. – С. 25–26.
11. Босак, В. Н. Эффективность применения золы при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 60–63.
12. Ваш богатый огород / А. П. Шкляр [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
13. Марцуль, В. М. Аграэканамічная эфектыўнасць выкарыстання кампостаў пры вырошчванні сельскагаспадарчых культур / В. М. Марцуль, В. М. Босак, Т. М. Серая // Природопользование: экология, экономика, технологии. – Минск: Минский проект, 2010. – С. 198–200.
14. Марцуль, В. М. Біягумус у сістэме ўгнаення сельскагаспадарчых культур / В. М. Марцуль, В. М. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 191–192.
15. Применение агроулучшителей при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.] // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 6–14.
16. Применение агроулучшителей при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 92–96.

17. Применение древесной золы в питании растений / В. Н. Босак, О. Н. Марцуль, Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 158–160.
18. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
19. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
20. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
21. Меркелов, В. М. Направления использования древесных отходов / В. М. Меркелов, А. Н. Заикин // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2018. – № 52. – С. 37–39.
22. Харина, А. В. Древесная зола как источник питательных веществ для растений / А. В. Харина // Научный журнал молодых ученых. – 2019. – № 4. – С. 11–14.
23. Шибека, Л. А. Исследования безопасности применения древесной золы в качестве удобрения / Л. А. Шибека, Т. Г. Бельская // Экология, риск, безопасность. – Курган, 2020. – С. 199–200.
24. Заготовка и использование дровяной древесины в зонах радиоактивного загрязнения / В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2. – С. 310–315.
25. Защитные мероприятия безопасности труда работников лесного комплекса / В. В. Перетрухин [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 22.
26. Перетрухин, В. В. Радиационный контроль древесного топлива для энергетических установок (на примере ОАО «Ивацевичдрев») / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак // Труды БГТУ. – 2015. – № 2: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – С. 202–205.
27. Сермакшева, Е. В. Особенности обеспечения радиационной безопасности в лесном хозяйстве / Е. В. Сермакшева, А. В. Домненкова, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 21.
28. Сермакшева, Е. В. Радиационная обстановка на объектах и рабочих местах лесного хозяйства / Е. В. Сермакшева, В. Н. Босак, А. В. Домненкова // Проблемы лесоведения и лесоводства. – Гомель, 2017. – С. 388–395.
29. Система защитных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в лесном комплексе Беларуси / В. В. Перетрухин [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2. – С. 322–327.
30. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
31. Сачивко, Т. В. Особенности селекции и характеристика новых сортов фасоли овощной / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 43–44.
32. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов *Trigonella L.* по основным хозяйственно ценным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2017. – № 2. – С. 144–148.
33. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов фасоли овощной по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 48–51.
34. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
35. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
36. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
37. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов и урожайность пряно-ароматических и зеленных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2019 – Т. 27. – С. 18–24.
38. Босак, В. Н. Продуктивность пряно-ароматических культур в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 42. – С. 10–16.
39. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиенический норматив [Электронный ресурс]: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 21 июня 2013 г., № 52 в ред. от 22.11.2016 г. № 120. – Минск, 2021. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа 15.12.2021.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСПЕЛОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И СРОКОВ СЕВА

А. З. БОГДАНОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: corn.2019@yandex.ru

(Поступила в редакцию 03.01.2022)

По результатам трехлетних исследований (2019–2021 гг.) показано влияние погодных условий вегетационного года, генотипа и/или скороспелости гибрида, срока сева и густоты стояния растений на длину, ширину, количество и площадь листьев на 1 растении кукурузы и ее листовой индекс. Установлено, что наибольшее варьирование длины листьев кукурузы отмечается в зависимости от скороспелости гибрида ($v = 4,0\%$). Ширина листьев в большей степени зависит от плотности стеблестоя ($v = 4,3\%$), количество листьев на 1 растении – от погодных условий вегетационного года ($v = 4,5\%$), площадь листьев на 1 растении – от комплекса факторов: густоты стояния растений ($v = 7,5\%$), скороспелости гибрида ($v = 7,7\%$) и погодных условий ($v = 7,9\%$). Густота стояния растений кукурузы оказывает наиболее значимое влияние на листовой индекс ($v = 18,7\%$), который при увеличении плотности стеблестоя с 70 до 130 тыс. растений на 1 га изменяется в пределах 3,5–5,5. Скороспелость гибридов с числом ФАО 210–250 является вторым значимым признаком по влиянию на листовой индекс, который изменяется в пределах 4,1–4,8 соответственно ($v = 7,9\%$). Разница в сроках сева в 2 недели незначительно изменяет листовой индекс, который в среднем по трем гибридам и четырем вариантам густоты стояния растений колеблется в пределах 4,4–4,5 при варьировании данного признака 1,6%.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, срок сева, ФАО, густота стояния растений, листовой индекс.

Based on the results of three-year studies (2019–2021), the influence of weather conditions of the growing year, genotype and/or early maturity of the hybrid, sowing time and plant density on the length, width, number and area of leaves per 1 corn plant and its leaf index is shown. It has been established that the greatest variation in the length of corn leaves is observed depending on the early maturity of the hybrid ($v = 4.0\%$). The width of the leaves largely depends on the stem density ($v = 4.3\%$), the number of leaves per 1 plant depends on the weather conditions of the growing year ($v = 4.5\%$), the area of leaves per 1 plant depends on a complex of factors: crop density ($v = 7.5\%$), early maturity of the hybrid ($v = 7.7\%$) and weather conditions ($v = 7.9\%$). The standing density of corn plants has the most significant effect on the leaf index ($v = 18.7\%$), which, with an increase in the stem density from 70 to 130 thousand plants per 1 ha, changes within 3.5–5.5. The early maturity of hybrids with FAO number 210–250 is the second significant sign in terms of its effect on the leaf index, which varies within 4.1–4.8, respectively ($v = 7.9\%$). The difference in sowing time of 2 weeks slightly changes the leaf index, which, on average, for three hybrids and four variants of plant density ranges within 4.4–4.5 with a variation of this trait of 1.6%.

Key words: corn, hybrid, sowing time, FAO, plant density, leaf index.

Введение

Кукуруза, зеленая масса которой позволяет получать высококачественный силос, является одной из самых важных культур в кормопроизводстве [1, 2]. Урожай кукурузы во многом обусловлен физиологией фотосинтеза (C-4-цикл), большой площадью листьев, а также высокой плотностью проводящей сети в них [3, 4, 5].

При оценке фотосинтеза важную роль играют количество и площадь листьев. Последняя определяет такой показатель как «листовой индекс». Для благоприятного развития и продуктивности индекс должен составлять от 3 до 5 (на 1 м² поля 3–5 м² листовой поверхности) [6, 7].

По данным П. Шульца, площадь ассимиляции одного растения была максимальной при 70 тыс. шт./га. По мере увеличения густоты посева данный показатель уменьшался, что объясняет взаимное затенение листовых пластин [7]. Также на площадь листьев как на одном растении, так и в пересчете на 1 га оказывает влияние скороспелость гибрида. По данным Н. Л. Адаева, она увеличивалась от более скороспелого к более позднеспелому гибриду [8].

Основная часть

Опыт проводился в 2019–2021 гг. на опытном участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связносупесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: рН – 6,11, гумус – 2,55%, P₂O₅ – 193 мг/кг, K₂O – 276 мг/кг. Подготовка почвы включала дискование после уборки кукурузы, зяблевую вспашку, весной – дискование и предпосевную культивацию АКШ. В опыте применялись: осенью под вспашку навоз КРС (в среднем за годы исследований 53 т/га), аммонизированный суперфосфат (1,5 ц/га), хлористый калий (2 ц/га), весной под первую обработку – карбамид (2,75 ц/га). Объектом исследований выступали гибриды ДН Пивиха (ФАО 210), Полесский 202 (ФАО 230) и ДН Галатея (ФАО 250), которые высевались в 2 срока: 1) ранний – при сумме положительных температур 200–250 °С, что совпадает с появлением бут-

нов у крыжовника (20 апреля в 2019–2020 гг. и 23 апреля в 2021 г.) и 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока.

Учеты листовой поверхности проводились через 5–10 дней после цветения початков, которое приходилось на конец июля–начало августа. Среднесуточная температура воздуха с мая по июль в 2019 г. составила 17,3 °С (+1,4 °С к норме), в 2020 г. – 16,1 °С (+0,2 °С), в 2021 г. – 18,1 °С (+2,2 °С), в том числе в июле, когда отмечается наибольший прирост листовой поверхности кукурузы, – 17,0 °С (–1,3 °С), 17,8 °С (–0,5 °С), 22,6 °С (+4,3 °С) соответственно. Количество осадков с мая по июль в 2019 г. равнялось среднемноголетнему показателю (228 мм), в 2020 г. оно превышало норму на 26 %, в 2021 г. – на 15 %. В июле 2019 г. осадков выпало на 21 % больше нормы, а в 2020 и 2021 г. их было соответственно на 5 % и 61 % меньше нормы. Следовательно, погодные условия 2020 г. были более близкими к норме, а 2021 г. следует считать экстремальным и наименее благоприятным для формирования урожая в целом и листовой поверхности в частности.

Исследования осуществлялись в соответствии с методикой полевого опыта и методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [9, 10].

Изучение листовой поверхности кукурузы показало, что на ее параметры оказывают влияние погодные условия года, генотип и/или скороспелость гибрида, срок сева и густота стояния растений. Так, в 2019 г. средняя длина листьев на одном растении в среднем по трем гибридам, двум срокам сева и четырем вариантам густоты стояния растений составила 67,5 см, в 2020 г. – 69,5 см и в 2021 г. – 68,4 см (табл. 1). Варьирование данного признака – незначительное и составляет 1,5 %. Более заметные изменения в длине листьев отмечаются по гибридам. Например, гибрид ДН Пивиха (ФАО 210) в среднем за три года по двум срокам уборки показал длину листьев 66,2 см, Полесский 202 (ФАО 230) – 67,8 см, ДН Галатея (ФАО 250) – 71,5 см. Следовательно, у более поздних гибридов длина листьев большая относительно скороспелых, что в общем соответствует их габитусу, а варьирование этого показателя – большее (4,0 %). Разница в сроке сева в две недели оказывает совсем незначительное влияние на длину листьев у растений кукурузы ($v = 1,0$ %), которая на 1,0 см больше при раннем севе.

Таблица 1. Линейные размеры листовой поверхности гибридов кукурузы в годы исследований в зависимости от сроков сева, см

	Срок сева	Длина				Ширина			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
ДН Пивиха	3 декада апреля	65,4	66,2	68,1	66,6	7,7	7,7	7,9	7,8
	1 декада мая	63,8	67,8	65,8	65,8	7,6	7,8	7,7	7,7
Полес-ский 202	3 декада апреля	68,6	69,3	66,0	68,0	8,0	8,4	7,4	7,9
	1 декада мая	66,2	69,3	67,2	67,6	8,1	8,3	7,6	8,0
ДН Галатея	3 декада апреля	71,1	73,0	72,7	72,3	7,9	8,3	8,2	8,1
	1 декада мая	70,0	71,5	70,7	70,7	8,1	8,2	7,7	8,0

Ширина листьев у кукурузы также, как и их длина, незначительно изменяется под действием погодных условий. Например, средняя ширина листьев на одном растении в среднем по трем гибридам, двум срокам сева и четырем вариантам густоты стояния растений в 2019 г. составила 7,9 см, в 2020 г. – 8,1 см и в 2021 г. – 7,8 см (варьирование – 1,9 %). Такое же варьирование получено и по гибридам, где ширина листьев возрастала с 7,75 до 8,05 см от раннего к более позднему. Срок сева не оказывал никакого влияния на ширину листьев, которая в среднем по каждому из них составила 7,9 см.

Загущение посевов с 70 до 130 тыс. растений на 1 га также не приводило к заметному изменению длины листьев на растении кукурузы (рис. 1). Например, в среднем по трем гибридам и двум срокам сева при густоте стояния растений 70 тыс./га средняя длина листьев на 1 растении составляла 68,8 см, при 90 и 110 тыс. – по 68,6 см и при 130 тыс./га – 68,0 см. Таким образом, коэффициент вариации составил 0,5 %. Иная картина отмечается по ширине листьев. Так, в среднем по трем гибридам и двум срокам сева при густоте стояния растений 70 тыс./га средняя ширина листьев на 1 растении составляла 8,3 см, при 90 тыс. – 8,0 см, при 110 тыс. – 7,8 см и при 130 тыс./га – 7,5 см. Это самое большее варьирование признака среди вышеописанных, составившее 4,3 %, хотя его тоже следует считать незначительным.

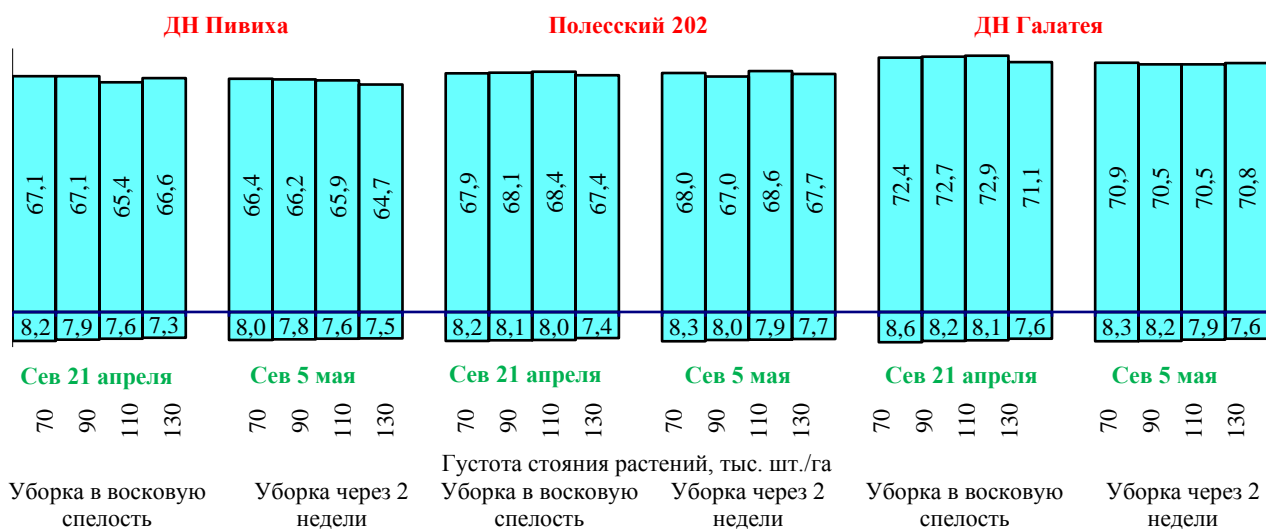


Рис. 1. Линейные размеры листьев кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния различных гибридов кукурузы, см, среднее за 2019–2021 гг. (в верхней части – длина, в нижней – ширина)

При том, что количество листьев на 1 растении определяется генотипом, погодные условия и изучаемые элементы технологии также оказывали влияние на данный показатель. Отмечено ежегодное закономерное снижение количества листьев на одном растении при загущении посева с 70 до 130 тыс. растений на 1 га (табл. 2).

Таблица 2. Количество листьев на 1 растении кукурузы в зависимости от генотипа гибрида, густоты стеблестоя и сроков сева, шт.

Срок сева	Густота стеблестоя, тыс./га	ДН Пивиха				Полесский 202				ДН Галатея			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
3 декада апреля	70	11,0	12,0	10,1	11,0	11,6	11,8	11,2	11,5	11,2	11,8	10,8	11,3
	90	10,8	11,5	9,8	10,7	11,4	11,6	10,8	11,3	11,0	11,6	10,9	11,2
	110	10,5	11,9	9,4	10,6	11,3	11,2	10,6	11,0	10,9	11,6	10,6	11,0
	130	10,3	11,2	9,3	10,3	11,2	10,8	10,6	10,9	10,6	11,0	10,4	10,7
	<i>среднее</i>	10,6	11,7	9,7	10,7	11,4	11,4	10,8	11,2	10,9	11,5	10,7	11,0
1 декада мая	70	12,0	12,2	10,8	11,7	12,2	12,2	11,8	12,1	11,6	12,0	11,8	11,8
	90	10,7	12,0	10,6	11,1	11,9	12,0	11,9	11,9	11,3	11,8	11,6	11,6
	110	10,5	12,0	9,8	10,8	11,8	11,8	11,5	11,7	11,1	11,7	11,4	11,3
	130	10,4	11,8	9,2	10,5	11,2	11,5	10,9	11,2	10,9	11,2	11,0	11,0
	<i>среднее</i>	10,9	12,0	10,1	11,0	11,8	11,9	11,5	11,7	11,2	11,7	11,5	11,4

Коэффициент корреляции в среднем по трехлетним данным в зависимости от генотипа гибрида и срока сева колеблется от -0,97 до -0,99. В среднем по трем гибридам и двум срокам сева количество листьев при 70 тыс./га растений составило 11,6 шт., при 90 тыс. – 11,3, при 110 тыс. – 11,1 и при 130 тыс. – 10,8 шт. на одно растение при коэффициенте варьирования 3,0 %. Большее количество листьев на одном растении в среднем по трем гибридам, двум срокам сева и четырем вариантам густоты стеблестоя отмечено в 2020 г. (11,7 шт.), наименьшее – в 2021 г. (10,7). Данный показатель варьирует в пределах 4,5 %. Среди трех гибридов наиболее облиственным оказался Полесский 202 (в среднем 11,45 листьев на 1 растении), затем следует ДН Галатея (11,2 шт.) и завершает ДН Пивиха с 10,85 шт./растение. Варьирование данного показателя по гибридам составило 2,7 %. При раннем сроке сева в среднем на одном растении насчитывалось 11 листьев, а при оптимальном для теплолюбивой культуры – 11,4 шт., коэффициент варьирования при этом составил 2,5 %.

Длина и ширина листьев в совокупности с их количеством позволили вычислить площадь листьев на одном растении, которая более значительно изменялась под влиянием условий года. Например, в 2019 г. средняя площадь листьев на одном растении в среднем по трем гибридам, двум срокам сева и четырем вариантам густоты стояния растений составила 44,6 дм², в 2020 г. – 49,5 дм² и в 2021 г. – 42,5 дм² с варьированием данного признака 7,9 % (табл. 3). Несколько меньше варьирование (7,7 %) отмечено по гибридам, где ДН Пивиха показала 41,6 дм², Полесский 202 – 46,4 дм², ДН Галатея – 48,4 дм²/растение. Сроки сева оказали самое малое влияние на площадь листьев на 1 растении, которая в среднем соответственно хронологическому порядку равнялась 45 и 46 дм при варьировании этого показателя 1,6 %.

Таблица 3. Площадь листовой поверхности гибридов кукурузы в годы исследований в зависимости от их скороспелости и сроков сева, $\text{дм}^2/\text{растение}$

Гибрид	Срок сева	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
ДН Пивиха, ФАО 210	3 декада апреля	40,3	44,7	38,8	41,3
	1 декада мая	39,8	47,9	38,7	42,0
Полесский 202, ФАО 230	3 декада апреля	46,7	49,3	39,7	45,1
	1 декада мая	47,2	50,9	44,2	47,4
ДН Галатея, ФАО 250	3 декада апреля	46,3	52,1	47,6	48,7
	1 декада мая	47,8	51,2	46,9	48,7

Варьирование площади листьев на одном растении в зависимости от густоты стеблестоя составляет 7,5 %, что близко к влиянию на этот показатель погоды и генотипа гибрида. Так, в среднем по трем гибридам и двум срокам сева площадь листьев на одном растении в среднем за 3 года исследований составила $49,4 \text{ дм}^2$ при густоте стояния растений 70 тыс./га, $46,7 \text{ дм}^2$ – 90 тыс., $44,7 \text{ дм}^2$ – 110 тыс. и $41,3 \text{ дм}^2$ при густоте 130 тыс./га (рис. 2). Обратная картина наблюдается по площади листьев в расчете на 1 га, которая по всем трем гибридам возрастала соответственно увеличению числа растений на единице площади посева. Варьирование данного показателя, в отличие от описанных выше, имеет среднюю изменчивость и составляет 18,7 %. А сроки сева по-прежнему являются малозначимым фактором по влиянию на листовую поверхность кукурузы в расчете на 1 га при варьировании данного показателя 1,6 % и средних абсолютных величинах 44,4 и 45,4 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$.

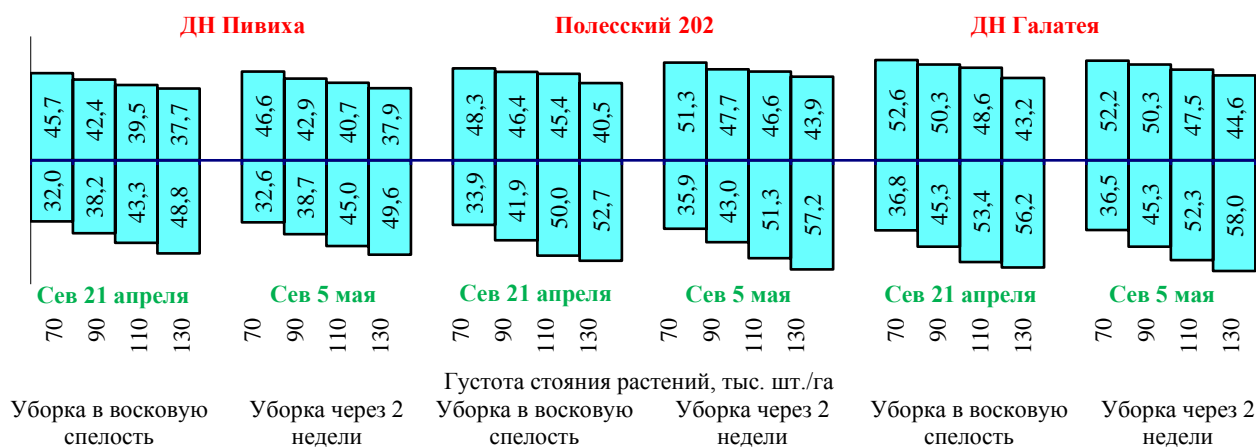


Рис. 2. Площадь листьев в зависимости от сроков сева и густоты стояния различных гибридов кукурузы, среднее за 2019–2021 гг. (в верхней части – площадь на 1 растении, дм^2 , в нижней – тыс. $\text{м}^2/\text{га}$)

На рис. 3 показана линейная зависимость с сильной корреляционной связью площади листьев кукурузы от густоты стояния растений на 1 га посева, которая выражается уравнением:

$$y = -0,0018x^2 + 0,686x - 4,6437,$$

где y – площадь листьев, тыс. $\text{м}^2/\text{га}$,

x – густота стояния растений, тыс. шт./га.

Площадь листьев находится также в сильной корреляционной связи со скороспелостью гибрида (рис. 4).

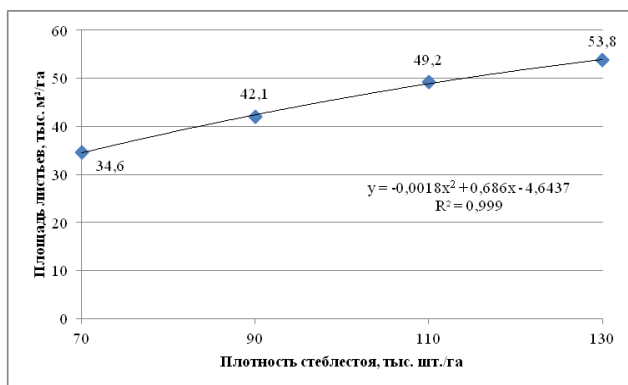


Рис. 3. Изменение площади листьев кукурузы в зависимости от густоты стеблестоя

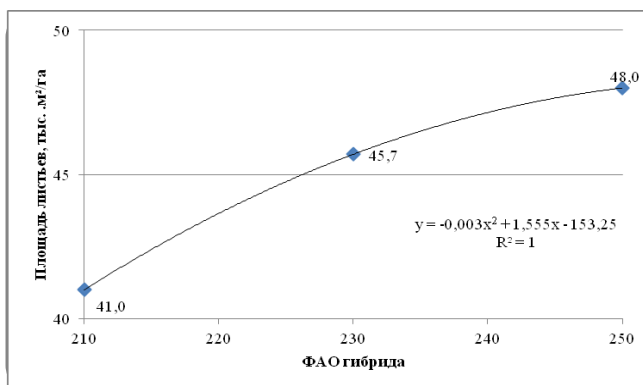


Рис. 4. Изменение площади листьев кукурузы в зависимости от скороспелости гибрида

Уравнение регрессии при этом выражается формулой: $y = -0,003x^2 + 1,555x - 153,25$,

где y – площадь листьев, тыс. м²/га,

x – скороспелость гибрида, выраженная числом ФАО.

Заключение

1. Наибольшее варьирование длины листьев кукурузы отмечается под влиянием скороспелости гибридов ($v = 4,0 \%$). Ширина листьев в большей степени зависит от плотности стеблестоя ($v = 4,3 \%$), количество листьев на 1 растении – от погодных условий вегетационного года ($v = 4,5 \%$), площадь листьев на 1 растении – от густоты стояния растений ($v = 7,5 \%$), скороспелости гибрида ($v = 7,7 \%$) и погодных условий ($v = 7,9 \%$).

2. Густота стояния растений кукурузы оказывает наиболее значимое влияние на листовой индекс ($v = 18,7 \%$), который изменяется в пределах 3,5–5,5 при увеличении плотности стеблестоя с 70 до 130 тыс. растений на 1 га.

3. Скороспелость гибридов с числом ФАО 210-250 является вторым значимым признаком по влиянию на листовой индекс, который изменяется в пределах 4,1–4,8 соответственно ($v = 7,9 \%$).

4. Разница в сроках сева в 2 недели не оказывает заметного изменения листового индекса, который в среднем по трем гибридам и четырем вариантам густоты стояния растений колеблется в пределах 4,4–4,5 ($v = 1,6 \%$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов, Н. А. Урожайность зеленой массы и зерна гибридов кукурузы отечественной селекции / Н. А. Кириллов, Е. А. Соколова // Аграрная Россия. – 2019. – № 6. – С. 29–33.

2. Тарануха, В. Г. Сравнительная оценка гибридов кукурузы по урожайности зеленой массы и сухого вещества / В. Г. Тарануха, Э. Д. Бичан // Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева: Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. / Белорус. гос. с.-х. академия; редкол.: Трапков С. И. [и др.] – Горки. – 2016. – С. 216–218.

3. Иващенко, А. И. Кукуруза в Любанском районе стала важной зерновой и кормовой культуре / А. И. Иващенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – №9. – С. 34–38.

4. Кравченко, Р. В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р. В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.

5. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 192 с.

6. Войнов, О. А. Поборемся за листовой индекс / О. А. Войнов // Зерно. – 2012. – № 1. – С. 30–32.

7. Шульц, П. Экономическая и энергетическая оценка минимизации обработки почвы под кукурузу / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2021. – №3. – С. 90–94.

8. Адаев, Н. Л. Агробиологические основы реализации биоресурсного потенциала кукурузы в Центральной части Северного Кавказа: дис. ... д-ра. биол. наук: 03.02.14 / Н. Л. Адаев. – Грозный, 2016. – 321 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос. – 1985. – 351 с.

10. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Днепропетровск. – 1980. – 54 с.

SEED PRODUCTION AND FOOD SECURITY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

G. I. VITKO, S. A. NOSKOVA

СЕМЕНОВОДСТВО И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Г. И. ВИТКО, С. А. НОСКОВА

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

(Поступила в редакцию 03.01.2022)

Using high-quality seeds of varieties and hybrids is one of the prerequisites of getting the largest harvest of plants, which in turn guarantees the country's food security. The Republic of Belarus adheres to the strategy of the optimal self-sufficiency of the most important agricultural crops and raw materials and reduction of dependency on imports.

The result of the effective breeding work is the creation and zoning of new highly productive varieties of plants that are resistant to adverse environmental factors. New varieties, in comparison with previously zoned ones, give an increase in yield by 10–15 % or more, and due to the use of high-quality seeds of higher reproductions, an increase in yield can be up to 15–20 %. At present, in the republic as a whole, an increase in the use of seeds of higher reproductions has been noted, respectively, the areas under elite crops have been expanded by 15 percent.

Favorable market conditions will allow scientific organizations to ensure the production and sale on the domestic market of original and elite seeds to the elite-producing organizations of the republic with the aim of their subsequent reproduction and sale to the farms of the republic for sowing and mass production, to raise the volume of production and to reduce dependence on import.

Breeding and seed production work on creation and multiplication of new varieties of grain, leguminous and other crops is carried out in the academy. Scientists breeders and biotechnologists have recently created new varieties and hybrids of agricultural crops: winter and spring wheat, barley, white and narrow-leaved lupine, corn, meadow clover, eastern galega, a number of tomato and pepper hybrids, which are included in the State Register of Varieties. The Academy is a producer of original and elite seeds of spring wheat, white lupine, meadow clover, eastern galega and is included in the register of seed producers of agricultural plants.

Key words: food security, selection, seed production, varieties, producers of seeds.

Использование качественных семян сортов и гибридов сельскохозяйственных растений является одним из обязательных условий получения наибольшего урожая растений, что в свою очередь гарантирует продовольственную безопасность страны. Республика Беларусь придерживается стратегии оптимального самообеспечения важнейшими сельскохозяйственными культурами и сырьем и снижения зависимости от импорта.

Результатом эффективной селекционной работы является создание и районирование новых высокопродуктивных сортов растений, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды. Новые сорта по сравнению с ранее районированными дают прибавку урожая на 10–15 % и более, а за счет использования качественных семян высших репродукций прибавка урожая может достигать 15–20 %. В настоящее время в целом по республике отмечено увеличение объема использования на посев семян высших репродукций, соответственно расширены площади элитных посевов до 15 процентов.

Благоприятные рыночные условия позволяют научным организациям обеспечить производство и продажу на внутреннем рынке оригинальных и элитных семян элитопроизводящим организациям республики с целью их последующего размножения и реализации в сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства республики для увеличения объемов производства и снижения зависимости от импорта.

Селекционная и семеноводческая работа по созданию и размножению новых сортов зерновых, зернобобовых и других культур проводится в академии. Учеными-селекционерами и биотехнологами в последние годы созданы новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур: озимая и яровая пшеница, ячмень, люпин белый и узколистный, кукуруза, клевер луговой, галега восточная, серия гибридов томата и перца, внесенных в Государственный реестр сортов. Академия является производителем оригинальных и элитных семян яровой пшеницы, белого люпина, клевера лугового, галеги восточной и включена в реестр производителей семян сельскохозяйственных растений.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, селекция, семеноводство, сорта, производители семян.

Introduction

Food security of any country largely depends on the seed security. FAO pays special attention to seed safety issues with the aim of improving farmers' availability of quality seed material of suitable varieties as the basis of people's vitality.

In the Republic of Belarus, in 2017, the Doctrine of National Food Security until 2030 was adopted. It is aimed at increasing the provision of quality food and its availability for nutrition and a healthy lifestyle of the population [1].

The problem of food security in the Republic of Belarus has been quantitatively resolved. It was ensured during the implementation of the State Program for Rural Revival and Development (2005–2010), the State

Program for Sustainable Rural Development (2011–2015), the State Program for the Development of Agricultural business (2016–2020) [2, 3, 4].

So, in 2020, compared to 2015, the production of grain, rapeseed, sugar beet, flax fiber, vegetables increased. The growth rate was 101.3–191.4 percent. But there was a decrease in the production of potatoes (87.3 percent).

Compared to 2019, the growth rate of gross production of grain and leguminous crops in 2020 was 118.9 percent, including rapeseed – 126.5 percent, flax fiber – 103.3 percent. But there was a decrease in the production of potatoes – 85.7 percent, vegetables – 95.6 percent, sugar beets – 81.1 percent.

8.8 million tons of grain and leguminous crops was harvested with an average yield in 2020 of 35.0 centners per hectare (against 7.3 million tons and 30.4 centners per hectare, respectively, in 2019).

The gross harvest and yield of potatoes amounted to 5.2 million tons with an average yield of 206 centners per hectare, flax fiber – 48 thousand tons and 10.2 centners per hectare, sugar beet – 4 million tons and 482 centners per hectare, rapeseed – 731 thousand tons and 20.6 centners per hectare, vegetables – 1.7 million tons and 277 centners per hectare, respectively.

By 2025, it is planned to produce at least 10 million tons of grain with a yield of 40 centners per hectare, potato – 6 million tons with a yield of 240 centners per hectare, flax fiber – 55 thousand tons with a yield of 12 centners per hectare, sugar beet – 4.6 million tons with a yield of 550 centners per hectare, rapeseed – 830 thousand tons with a yield of 24 centners per hectare, vegetables – 2 million tons with a yield of 320 centners per hectare [5].

Main part

The most effective way of increasing the volumes of crop produce is the creation and use of domestic high-yielding varieties of agricultural plants. One of the elements contributing to obtaining high yields is the production of sufficient volumes of varietal seeds [6, 7].

In the Republic of Belarus, selection and crop seed production is carried out in accordance with the Law “On selection and seed production of agricultural plants” and international agreements in the field of selection and crop seed production aimed at the improvement of varietal and seed bank of agricultural crops which are in demand by plant growing companies [8].

Breeding work on the creation of new varieties and hybrids of various crops is carried out in specialized research institutions:

- selection of cereals, legumes, flax, fodder and sugar beets, cruciferous crops and corn is carried out in the Scientific and Practical Center for agriculture;
- selection of potatoes, fruit and berries, vegetables is carried out in the Scientific and Practical Center for potato, fruit and vegetable growing;
- selection of flax is carried out in the Institute of Flax;
- selection and seed production of sugar beet is carried out in the Experimental scientific station for sugar beet.

Breeding work is also carried out at regional agricultural experimental stations, which are located in all six regions of Belarus and higher educational institutions of agricultural and biological profile, for example Belarusian State Agricultural Academy, etc.

Varieties created in research institutions and superior to the control variety in terms of yield and a number of other characteristics are subject to inclusion in the State Register. State testing of varieties and maintenance of the State Register is carried out by the State Inspectorate for Testing and Protection of Plant Varieties [9, 10, 11].

Currently, there are 6383 varieties and hybrids in the State Register, a significant part of which belongs to Belarusian selection. Thus, more than 50 % of varieties of peas, soybeans, oats, millet, buckwheat, flax and lupine were created by Belarusian breeders, 10–20 % of hybrids of corn and varieties of millet and triticale are the result of co-breeding [10].

Domestic plant breeding successfully solves the problem of providing farms with highly productive varieties. 295 varieties of the Scientific Research Center of the National Academy of Sciences for Agriculture occupy 80 percent of all agricultural land in the country. They are also exported to many countries. For example, 80 varieties are registered in Russia, which are sown on 2.5 million hectares.

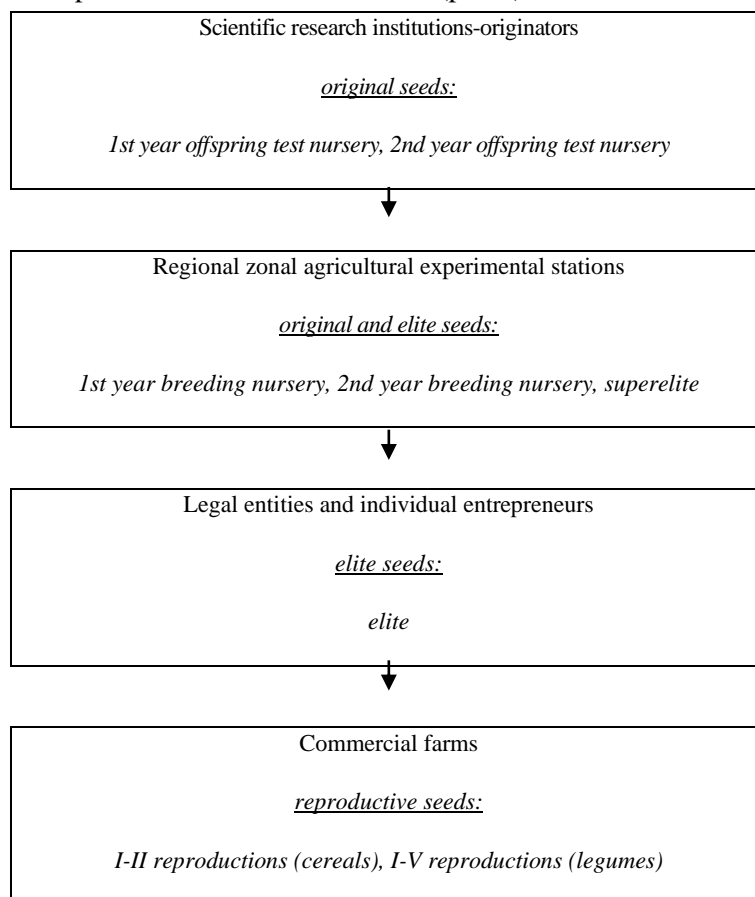
Thus, the use of high-quality seeds of varieties, hybrids, clones, etc., included in the State Register of Varieties, makes it possible to obtain the largest gross harvest of plant products, which in turn guarantees the country's food security [1].

Breeding results are implemented through the seed production system. The main directions in crop seed production are:

- selection and primary crop seed production;
- state variety testing of plants;
- subsequent introduction into production of varieties with the best quality indicators in order to carry out variety change and variety renewal in the required amounts.

As is known, new varieties, in comparison with previously zoned ones, give a 10–15 % yield increase or even more, and the use of high-quality seeds of higher reproduction can give 15–20 % increase. At present, an increase in the seed growing of higher reproduction has been noted, and the areas of elite crops have been expanded by 15 percent [5].

In accordance with the new Law «On selection and seed production of agricultural plants» [6], the seed production system in the Republic of Belarus is as follows (pic. 1):



Pic. 1. The seed production system in the Republic of Belarus

As its main activity, 11 scientific organizations are engaged in selection and primary crop seed production. The original and elite seeds of crops, which are produced by them, are of highest quality and highly productive seeds. They are the basis for the production of reproductive seeds.

Original and elite seeds are sold to 334 elite-producing organizations of the republic with the aim of their subsequent multiplication and sale to the farms of the republic for sowing and obtaining gross output.

Organizations that produce original and elite seeds are subject to registration in the State Register of seed producers of agricultural plants.

Supervision in the field of crop seed production, maintaining the State Register of producers of original and elite seeds, determining the sowing and varietal qualities of the produced seeds is carried out by the “Main State Inspection for Seed Production, Quarantine and Plant Protection” and its subdivisions [5, 11].

Further development of seed production is envisaged through the implementation of the following main directions:

- stimulating the competition in the field of crop seed production among seed producers;
- introduction and use in agricultural production of new highly productive varieties of crops that are resistant to adverse environmental factors;

- development and implementation of modern technologies for the production, refinement, use and storage of seeds;
- development, improvement and use of modern methods for determining the varietal and sowing qualities of seeds, as well as carrying out measures for testing and protecting plant varieties.

Thus, the main task of scientific and elite-producing organizations of the republic is to provide agricultural companies with elite seeds of highly productive varieties to satisfy the domestic needs [5, 8].

To solve this problem, it is envisaged to implement a set of measures:

1. Reducing the cost of original and elite crop seeds produced and sold by scientific organizations under the National Academy of Sciences of Belarus;
2. Reducing the cost of elite seeds and seeds of the elite of crops produced and sold by the elite-producing organizations of the Republic;
3. Purchase of seeds of parental forms of corn for the production of seeds of corn hybrids of the first generation;
4. Technical re-equipment of the "State Inspection for Testing and Protection of Plant Varieties" and its territorial organizations;
5. Technical re-equipment of the "Main State Inspection for Seed Production, Quarantine and Plant Protection" and its territorial organizations with laboratory equipment and instruments;
6. Buying agricultural selection and seed-growing machinery and equipment by scientific organizations;
7. Acquisition of agricultural seed-growing machinery and equipment for the preparation of seeds, including those not produced on the territory of the Eurasian Economic Union by elite-producing organizations of the republic.

Funds for these activities (about \$ 3.4 million) is provided at the expense of the republican and local budgets, own funds of agricultural organizations, as well as other sources.

The implementation of these measures will contribute to:

- the increase of original and elite seeds sowing at least by 12 percent in the structure of sown areas in the republic;
- providing scientific organizations for the production and sale in the domestic market of original and elite seeds of highly productive plant varieties for the needs of elite-producing organizations of the republic for the subsequent implementation of seed production of these varieties;
- ensuring the production and sale of elite-producing organizations in the domestic market of the republic of high-quality elite seeds, including seeds of elite of crops, highly productive varieties for the needs of agricultural organizations of the republic, as well as export supplies;
- an increase in the volume of high quality seed production and other plant products for our own needs, which will reduce their import [5].

It should be noted that the training of highly qualified professional specialists in crop selection and seed production in the Republic of Belarus is carried out in the Belarusian State Agricultural Academy, where in 1920 the department of selection and seed production was organized. The teaching staff of the department in different years have created varieties of the following crops: yellow lupine, narrow-leaved and white lupine, winter rye, winter wheat, spring barley, corn, meadow clover, eastern galega.

In recent years, the department has carried out two scientific topics "The use of biotypic selection for the formation of high-yielding ecologically adapted complex hybrid varieties-populations of meadow clover and eastern galega of different ripeness" and "Creation and study of the initial breeding material for the subsequent breeding of highly productive varieties of white lupine adaptive to the conditions of the Republic of Belarus". Within the framework of these topics, a state variety testing of Rosbel white lupine and Verbush meadow clover has been created and is currently underway. Seed growing has been developed for 7 earlier created varieties of narrow-leaved and white lupine, eastern galega and meadow clover [12].

The policy for import substitution has been adopted in the Republic of Belarus which includes the production of seeds. To ensure food security and decrease food imports, it is necessary to increase the yield of wheat and improve the quality of grain.

To address this issue, promising areas are:

- environmental testing of agricultural crops and assessment of their adaptability;
- innovation in the breeding process when creating new varieties;
- exchange of initial material for wheat breeding.

Here international cooperation is very important. Within the framework of the signed agreement on cooperation between the academy and the North-West University of Agriculture and Forestry (PRC), an agro-

technicological park was created. The Chinese side provided seeds of wheat, Tatar buckwheat, common millet, and soybeans for testing in Belarus conditions. Analysis of sowing qualities and grain quality was carried out in the seed quality testing laboratory of the academy for compliance with the requirements of GOST ISO / IEC 17025-2019. Assessment of elements of productivity and yield was held in the conditions of the educational and scientific center of the academy. The results show that wheat of Chinese selection can give the yield compared to the local zoned variety with spring sowing, and with the winter sowing, the Chinese wheat was significantly inferior to the zoned variety, since due to low winter resistance, there was an insufficient amount of productive stems.

Employees of the Academy are conducting research on the scientific topic “Improvement of durum wheat selection and seed-growing in order to organize import-substituting production”. As a part of the research, 3 varieties of spring and winter durum wheat have been created.

In recent years, breeders and biotechnologists of the Academy have created a series of competitive hybrids of tomatoes and sweet pepper, varieties of pumpkin, oregano and other crops.

Conclusion

Selection and seed production is an integral part of the efficient agricultural production, which, if successfully developed, can meet the demand for high-quality seeds and varietal diversity, and, therefore, become a solution for ensuring food security and food self-sufficiency.

It should also be noted that the Republic of Belarus has organized a multi-level control over the safety of manufactured and sold food products, which is designed to guarantee the purchase of high-quality and safe food products that meet modern trends.

Currently, more than 60 varieties of various agricultural plants created by breeders of the Academy are included in the State Register of Varieties. As of 2021, the Academy is a producer of original seeds of meadow clover variety GPTT-early and eastern galegi variety Nesterka (pre-breeding nursery), white lupine variety Rosbel (1st year breeding nursery) and spring wheat elite seeds Rosalia and Valenta (2nd year breeding nursery).

ЛИТЕРАТУРА

1. О доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2023 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 22.12.2017. – 2017. – 5/44566

2. О Государственной программе возрождения и развития села на 2005–2010 годы: указ Президента Респ. Беларусь, 25 марта 2005 г., № 150 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/print/programms/fb78a49247bfa46c.html>. – Дата доступа: 30.09.2021.

3. О Государственной программе устойчивого развития села на 2011–2015 годы: указ Президента Респ. Беларусь, 1 авг. 2011 г., № 342 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mshp.gov.by/programms/b05296a6fb2ed475.html>. – Дата доступа: 30.09.2021.

4. О Государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/programms/a868489390de4373.html>. – Дата доступа: 20.09.2021.

5. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 01 фев. 2021 г., № 59 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 10.02.2021. – 2021. – 5/48758.

6. Agarwal, R. L. Fundamentals of Plant Breeding and Hybrid Seed Production / R. L. Agarwal. – CBS PUBLISHERS AND DISTRIBUTORS PVT LTD, 2017. – 404 p.

7. George, R. A. T. Agricultural Seed Production / R. A. T. George. – CABI Publishing, 2011. – 204 p.

8. О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений: Закон Респ. Беларусь от 07.05.2021 № 102-3// Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 14.05.2021. – 2021. – 2/2822.

9. Генетика и селекция сельскохозяйственных культур: курс лекций / Г. И. Витко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 210 с.

10. Государственный реестр сортов / Отв. ред. В. А. Бейня. – Минск : ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2021. – 268 с.

11. Реестр производителей семян сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ggiskzr.by/structur/semena/reestr/>. – Дата доступа: 01.11.2021.

12. Витко, Г. И. К 100-летию кафедры селекции и генетики / Г. И. Витко // Селекция и генетика: инновации и перспективы: сб. статей по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию каф. селекции и генетики. – Горки, 2020. – С. 5–11.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ СОЛОМЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЕГО ВОЛОКНА

Н. В. СТЕПАНОВА

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail: natali1673@mail.ru

(Поступила в редакцию 05.01.2022)

В работе представлены результаты исследования по определению свойств и технологической ценности соломы льна масличного, а также оценке целесообразности её переработки для получения неориентированного волокна. При выращивании льна масличного в производственных условиях после очеса его семян побочный продукт – солома, которая может использоваться для изготовления шпагата, бумаги, нетканых материалов, утеплителей, сегодня практически не перерабатывается и сжигается на полях. Сорта льна масличного отечественной селекции при высоте ценоза 60–69 см формируют в стеблях 29–31 % льняного луба с максимальным его накоплением в фазе желтой спелости. Биологический потенциал отечественных сортов, установленный при двухфазной уборке ценоза, включающей тербление стеблестоя с расстилом в ровные ленты, и переработке тресты на мяльно-трепальном станке СМТ-200М, по урожайности тресты составляет 27–35 ц/га, волокна – 5–7 ц/га, в том числе длинного – 2–4 ц/га. В производственных условиях, когда уборка льна масличного осуществляется зерновым комбайном с формированием ворохоподобных лент, средняя урожайность тресты может снижаться на 25–45 % и зависит от высоты среза стеблестоя и настройки рабочих органов жатки комбайна. Выход неориентированного волокна в условиях производственной переработки сырья составляет 18–21 %. Волокно крепкое на разрыв, но из-за особого строения стебля имеет высокую заостренность. При содержании в массе костры более 24 % получаемый продукт является паклей. Солома льна масличного может использоваться для переработки в неориентированное волокно на специализированных промышленных линиях, либо при модернизации старых линий МТА с дополнительной установкой трясцлок.

Ключевые слова: лен масличный, накопление луба, переработка тресты, неориентированное волокно.

The paper presents the results of a study to determine the properties and technological value of oil flax straw, as well as assess the feasibility of its processing to obtain non-oriented fiber. When oil flax is grown under industrial conditions after the tow of its seeds, the by-product – straw, which can be used for the manufacture of twine, paper, non-woven materials, insulation, is practically not processed today and is burned in the fields. Varieties of oilseed flax of domestic selection at a height of cenosis of 60–69 cm form 29–31 % of flax bast in stems with its maximum accumulation in the phase of yellow ripeness. The biological potential of domestic varieties, established during the two-phase harvesting of cenosis, including the pulling of the stalk with spreading into even strips, and the processing of straw on the SMT-200M threshing machine, in terms of straw yield is 2.7–3.5 t/ha, fiber – 0.5–0.7 t/ha, including long fiber – 0.2–0.4 t/ha. Under production conditions, when oilseed flax is harvested by a grain combine with the formation of heap-like belts, the average yield of flax can be reduced by 25–45 % and depends on the height of cutting the stalk and the setting of working bodies of combine harvester. The yield of non-oriented fiber under the conditions of industrial processing of raw materials is 18–21 %. The fiber is strong to tear, but due to the special structure of the stem, it has a high chaff content. When the content of chaff in the mass is more than 24 %, the resulting product is tow. Oil flax straw can be used for processing into non-oriented fiber on specialized industrial lines, or when upgrading old MTA lines with additional installation of shakers.

Key words: oilseed flax, bast accumulation, trust processing, non-oriented fiber.

Введение

Неориентированное льняное волокно из соломы льна масличного – это материал с высокими физико-механическими, химическими и экологическими свойствами, который является альтернативой синтетическим волокнам и стекловолокну. При высокой гигроскопичности (12 %) льняное моноволокно быстрее других текстильных волокон поглощает и выделяет влагу; обладает высокой прочностью (удлинение при разрыве 2–3 %); термически не разрушается до температуры + 160 °С; устойчиво к действию щелочей; а содержание в нем лигнина делает его устойчивым к воздействию света, погоды и микроорганизмов [1, 2]. Использование неориентированного волокна из соломы льна масличного для получения инновационной экологически чистой продукции разного функционального применения широко развито в странах Европы, Канады и Китая [2, 3, 4, 5].

Возделывание льна масличного в льносеющих организациях Беларуси ориентировано на получение семян. Остающаяся солома, которая может использоваться для изготовления шпагата, бумаги, нетканых материалов, утеплителей, сегодня практически не перерабатывается и сжигается на полях [6, 7]. После уборки льна зерновым комбайном стеблевая деструктурированная масса непригодна для переработки на производственных линиях мта с применением классической технологии. В России для этих целей разработаны специализированные малозатратные линии, перерабатывающие тресту масличного льна стационарно [8, 9] и в поле с последующей её доработкой в стационарных условиях [10].

Организация промышленной переработки соломы и производства продукции на основе сравнительно дешевого, ежегодно возобновляемого отечественного льноволокнистого сырья может стать комплексным решением повышения экономической эффективности льноводческого подкомплекса путем двустороннего использования льна масличного для получения семян и волокна.

Целью работы являлось определение технологической ценности соломы льна масличного на основе комплексного изучения её свойств и оценки целесообразности переработки для производства неориентированного волокна.

Основная часть

Опыты закладывались в 2016–2018 гг. согласно общепринятой методике проведения полевых и производственных опытов [11]. Уход за посевами проводился согласно отраслевому технологическому регламенту [12]. Уборка льна масличного осуществлялась двумя способами: двухфазным, включающим тербление посева (ТЛН-1,5) с последующей вязкой стеблей в снопы, ручным обмолотом и расстилом в ровные ленты; прямым комбайнированием (Полесье GS-12) с образованием ворохоподобных лент стеблевой массы. Определение критериальных показателей пригодности неориентированного волокна проводили по действующему в республике стандарту на льняное короткое волокно [13].

Объектами исследования являлись сорта льна масличного селекции РУП «Институт льна», включенные в Государственный реестр сортов: Брестский, Опус (позднеспелые), Илим, Салют (средне-спелые), Фокус (раннеспелый).

В среднем за 2016–2018 гг. исследований посева льна масличного достигали высоты 60–69 см. Максимальный по высоте стеблестой 66–69 см сформировали сорта Брестский, Опус и Илим со средним периодом вегетации 95–104 суток. Самый скороспелый сорт Фокус с периодом вегетации 87 суток обеспечил самый низкорослый ценоз – 60 см.

Основными показателями стебля льна являются его техническая длина, масса и диаметр технической части, которая включает протяженность главного побега от подсемядольного колена до первого бокового разветвления. Технологические характеристики стеблей изучаемых сортов варьировали в пределах: по технической длине – 43–55 см, по массе технической части стебля – 0,52–0,69 г, по диаметру в средней части стебля – 1,52–1,64 мм, в нижней – 1,93–2,12 мм (табл. 1). Оптимальный диаметр стебля льна, способного сформировать тонковолокнистое сырье, – 1,0–1,3 мм. По мере увеличения диаметра изменяется соотношение луба и древесины стебля в пользу древесины, что снижает выход волокна и увеличивает степень одревеснения.

Таблица 1. Технологическая характеристика стеблей льна масличного, фаза желтой спелости, 2016–2018 гг.

Сорт льна масличного	Период вегетации, сутки	Длина стебля, см		Диаметр стебля, мм			Масса технической части стебля, г
		общая	техническая	верх	середина	низ	
Салют	90–100	61,4	46,0	1,07	1,58	1,99	0,56
Илим	91–100	65,6	45,9	1,11	1,56	2,11	0,56
Фокус	85–89	59,5	43,0	0,94	1,52	1,93	0,52
Опус	96–105	66,0	50,8	1,08	1,63	2,12	0,65
Брестский	96–112	68,6	54,7	1,10	1,64	2,09	0,69
<i>НСР_{0,5}</i>		4,2–5,2	2,9–4,8				0,032–0,050

Луб – это волокнистая часть недеструктурированного стебля льна, полученная после механического удаления из него древесины. К стадии зеленой спелости стебли содержат 23–26 % луба (табл. 2). В фазе ранней желтой спелости накопление луба в стеблях составляет 26–28 %, древесины 72–74 %; в фазе желтой спелости соответственно 29–31 % и 69–71 %. В фазе полной спелости содержание луба снижается до 27–29 %, что связано с процессом одревеснения волокон. Следовательно, максимальное накопление луба в стебле льна масличного осуществляется в фазе ранней желтой спелости, а увеличение его содержания в фазе желтой спелости связано с созреванием, а иногда и одревеснением волокон.

Наглядно процесс накопления луба в стеблях среднеспелого сорта льна масличного Илим, описанный полиномом второй степени, представлен на рис. 1. Близкий к единице коэффициент детерминации ($r^2 = 0,94$) позволяет с большей точностью утверждать, что при выращивании льна масличного в качестве прядильной культуры уборку посевов следует осуществлять в фазе желтой спелости. Но так как неориентированное волокно не является основной продукцией, то убирать посева целесообразно в фазе полной спелости, когда семена имеют высокое качество по содержанию жирнокислотного состава и йодного числа [14], принимая во внимание некоторый недобор волокна.

Таблица 2. Динамика накопления луба в стеблях льна масличного, 2016–2018 гг., %

Сорт льна масличного	Фаза спелости льна масличного							
	зеленая (ДК ВВСН 81)		ранняя желтая (ДК ВВСН 83)		желтая (ДК ВВСН 85)		полная (ДК ВВСН 89)	
	луб	древесина	луб	древесина	луб	древесина	луб	древесина
Салют	22,6	77,4	26,9	73,1	29,5	70,5	28,3	71,7
Илим	24,2	75,8	27,2	72,8	29,8	70,2	28,3	71,8
Фокус	25,7	74,3	27,8	72,2	30,8	69,2	28,2	71,7
Опус	22,8	77,2	26,6	73,4	29,8	70,2	27,5	72,5
Брестский	22,8	77,2	26,3	73,7	30,7	69,3	28,7	71,3

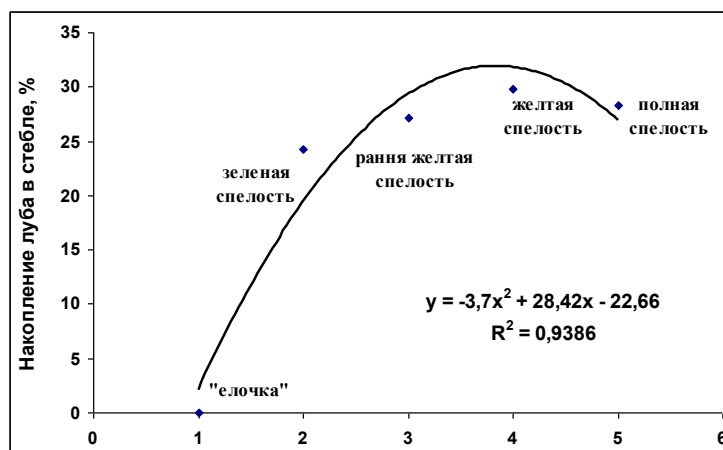


Рис. 1. Динамика накопления луба в стеблях среднеспелого сорта льна масличного Илим, 2016–2018 гг.

Для определения биологического потенциала сортов льна масличного по урожайности и волокнистости стеблей уборку их осуществляли двухфазным способом, включающим теребление ценоза (ТСЛ-2,4) с последующей вылежкой соломы в ровных лентах и переработкой тресты на мяльно-трепальном станке СМТ-200М, что позволило определить урожайность льносырья с минимальными потерями.

При такой уборке посева льна масличного урожайность соломы в среднем за 2016–2018 гг. составила 31,2–43,5 ц/га, тресты 25,0–34,8 ц/га (табл. 3). Максимальную урожайность соломы 43,5 ц/га и тресты 34,8 ц/га обеспечил позднеспелый сорт Брестский, который имел среднюю высоту растений 69 см и массу технической части соломины 0,69 г. Раннеспелый сорт Фокус сформировал самую низкую урожайность соломы 31,2 ц/га и тресты 25,0 ц/га при высоте ценоза 60 см и массе технической части соломины 0,52 г. Сорта Салют, Илим, Опус имели снижение урожайности соломы и тресты по сравнению с сортом Брестский, но повышение их по сравнению с сортом Фокус.

Таблица 3. Урожайность льнопродукции сортов льна масличного при двухфазной уборке ценоза и переработке тресты на СМТ-200М, 2016–2018 гг.

Сорт льна масличного	Урожайность ц/га					Содержание волокна в тресте, %		Удельный вес длинного волокна, %
	солома	треста	волокно			общее	длинное	
			общее	длинное	короткое			
Салют	34,3	27,4	5,5	3,0	2,5	19,9	10,8	54,5
Илим	36,1	28,9	5,6	2,6	3,0	19,6	9,2	46,4
Фокус	31,2	25,0	4,8	2,2	2,6	18,9	8,4	45,8
Опус	39,8	31,8	6,2	3,0	3,2	19,3	9,2	48,4
Брестский	43,5	34,8	7,0	3,8	3,2	20,2	10,8	54,3
<i>HCP</i> ₀₅	1,7–3,3	0,72–2,6	0,46–0,52	0,18–0,28	0,15–0,26			

При двухфазном способе уборки льна масличного с переработкой тресты на СМТ-200М можно получить две фракции волокна: длинную и короткую. Содержание длинной фракции в общем волокне отечественных сортов в среднем за годы исследований составило 8,4–10,8 %, что свидетельствует о возможности получения 2,2–3,8 ц/га длинного волокна. Средняя урожайность короткого волокна с гектара посева составила 2,5–3,2 ц/га.

В производственных условиях уборку льна масличного на семена осуществляют прямым комбайнированием зерноуборочными комбайнами. При этом стебли повреждаются молотильным аппаратом и представляют собой спутанную стеблевую массу, расположенную на поле в ворохоподобных лентах. В производственных опытах при уборочной высоте среза стеблестоя 10–12 см комбайном Поле-сье GS-12 урожайность тресты в погодных условиях 2016 г. составила 14,8–15,8 ц/га (сорта Илим, Салют, Опус), 2017 г. – 21,6 ц/га (сорт Илим), 2018 г. – 17,6–20,2 ц/га (сорта Фокус, Салют). Урожайность стеблевой массы зависит от высоты среза стеблестоя и правильной настройки рабочих орга-

нов жатки комбайна. Процесс приготовления тресты при комбайновой уборке осуществлялся: в условиях 2016 г. – за 21–24 суток; 2017 г. – за 15 суток; 2018 г. – за 22 суток.

Современная технология возделывания льна масличного на семена и неориентированное волокно, включающая эффективные средства защиты и технологические приемы, способна обеспечить получение биологического потенциала сортов по урожайности и качеству льнопродукции. Производственные затраты на гектар посева, рассчитанные на урожайность семян 1,5 т/га, тресты 2,0 т/га, составляют 557,33 долл. США, в том числе на эксплуатационные затраты приходится 34 %, посевной материал – 8 %, удобрения – 25 %, пестициды 16 %. Учитывая, что лен масличный выращивается для получения семян и его солома является побочным продуктом, то для производства тресты с гектара посева требуются затраты только на её прессование, погрузку и перевозку к месту переработки. Прессование короткостебельной тресты льна масличного целесообразнее осуществлять санными пресс-подборщиками (ПРФ-180, ПРФ-400А, ПРФ-145), которые имеются в каждом хозяйстве. При реализации производственной партии тресты на ЧПУП «БелРосКардо» (г. Шклов) по договорной цене за тонну 47,3 долл. США и урожайности 2,0 т/га дополнительный доход с гектара посева составил 32,3 долл. США. Цена неориентированного волокна в Европе варьирует в пределах 300–800 долл. США/т в зависимости от заостренности сырья. Оценка пригодности неориентированного волокна осуществлялась по основным показателям качества короткого льняного волокна СТБ 1850-2009: заостренности массы и крепости скрученной ленточки.

В 2016 г. при переработке тресты изучаемых сортов льна масличного на технологической линии ЧПУП «БелРосКардо» выход волокна составил 18–20 %, а разрывная нагрузка скрученной ленточки – 96–112 Н, что соответствовало номерам короткого волокна 2,00–3,00 действующего стандарта (табл. 4). Массовая доля костры составила 22–24 %, что соответствовало номеру короткого волокна 2,00. Следовательно, полученное в 2016 г. неориентированное волокно из тресты льна масличного по качеству относилось к номеру 2,00 действующего стандарта на короткое льняное волокно.

Таблица 4. Качество неориентированного волокна из соломы льна масличного, полученного при комбайновой уборке ценоза и переработке тресты на технологической линии ЧПУП «БелРосКардо»

Технические параметры объекта испытания	СТБ 1850-2009 «Волокно льняное короткое. Технические условия»	Год исследования	
		2016 г.	2017 г.
Разрывная нагрузка скрученной ленточки, Н	54–108	96–112	53–75
Массовая доля костры и сорных примесей, %	не более 24	22–24	28–55
Номер получаемого волокна	2,00	2,00	пакля
Выход неориентированного волокна, %		18–20	20–21

В 2017 г. анализируемые образцы волокна имели разрывную нагрузку скрученной ленточки 53–75 Н и соответствовали номеру короткого волокна 2,00. Однако, ввиду особого строения стебля льна масличного выделенное неориентированное волокно имело высокий процент костры в общей массе 28–55 %. Так как ограничение по заостренности волокна, определяемое СТБ, составляет не более 24 %, полученный на выходе продукт являлся паклей. В России допустимая предельная массовая доля костры для короткого волокна № 2,00–29 % (ГОСТ Р 54589-2011).

Заключение

Биологический потенциал отечественных сортов льна масличного по урожайности тресты составляет 2,7–3,5 т/га, но в производственных условиях при комбайновой уборке ценоза снижается на 25–45 % и зависит от высоты среза стеблестоя и настройки рабочих органов жатки комбайна. Выход неориентированного волокна в условиях производственной переработки сырья составляет 18–21 %. Волокно крепкое на разрыв (разрывная нагрузка скрученной ленточки 54–112 Н), но из-за особого строения стебля имеет высокую заостренность. При содержании в массе костры более 24 % получаемый продукт является паклей. Солома льна масличного может использоваться для переработки в неориентированное волокно на специализированных промышленных линиях, либо при модернизации старых линий МТА с дополнительной установкой трясилкок.

ЛИТЕРАТУРА

- Hegde, G. S. Properties and performance of bicomponent fibers in thermal bonding, nonwovens and technical textiles / G. S. Hegde, R. A. Campbell // Journal of the Textile Association. – 2007. – P. 76–79.
- Промышленное использование соломы льна масличного, как в мире, так и в Украине / Т. Н. Головенко [и др.] / Молодой ученый. – 2017. – № 1 (41). – С. 37–39.
- New biocomposites based on bioplastic flax fibers and biodegradable polymers / M. Wrobel-Kwiatkowska [and etc.] // Biotechnology Progress. – 2012. – V. 28. – P. 1336–1346.
- Colberg, M. Spritzgiessen naturfaserverstärkter Kunststoffe / M. Colberg, M' Sauerbier. – Kunststoffe 12. – 1997. – S. 1780–1782.

5. Hegde, G. S. Properties and performance of bicomponent fibers in thermal bonding, nonwovens and technical textiles / G. S. Hegde, R. A. Campbell // Journal of the Textile Association. – 2007. – P. 76–79.
6. Чирик, Д. П. Лен масличный: сегодня и завтра / Д. П. Чирик, Н. В. Степанова, Т. А. Анохина, // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2017. – № 19. – С. 21–26.
7. Чурсина, Л. А. Технические характеристики волокнистой части стеблей соломы льна масличного после уборки комбайном / Л. А. Чурсина, Г. А. Бойко // Вестник Витебского Государственного технологического университета. – 2014. – № 26 – С. 97–102.
8. Обоснование малогабаритной линии для переработки масличного льна на основе исследований характеристик волокон / Э. В. Новиков [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. - 2018. – Вып. 2 (174). – С. 83–89.
9. Пучков, Е. М. Перспективные малозатратные технологии переработки соломы и тресты льна масличного / Е. М. Пучков, А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 4 (364). – С. 58–62.
10. Исследования первичной переработки масличного льна по схеме поле-завод с применением инновационного мобильного агрегата КВЛ-1М / Э. В. Новиков [и др.] // Вестник НИИЭИ. – 2018. – № 9 (88). – С. 101–110.
11. 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.
12. Отраслевой регламент. Возделывание льна масличного на семена. Типовые технологические процессы / сб. отраслевых регламентов: «Организационно-технические нормативы возделывания кормовых и технических культур // НАН Беларуси, НПЦ НАНБ по земледелию – под ред. В. Г. Гусаков – Минск – 2012. – С. 348–362.
13. Волокно льняное короткое. Технические условия. СТБ 1850-2009. – Введ. 29.12.2009. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 13 с.
14. Федосова, Н. М. Исследование свойств льна-межеумка и обоснование метода прогнозирования его технологической ценности: дис. ... канд. тех. наук: 05.19.01 / Н. М. Федосова. – Кострома, 2002. – 157 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ И ИХ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

А. В. ПАПСУЕВ, Ю. А. МИРЕНКОВ, Л. Г. КОГОТЬКО

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

(Поступила в редакцию 05.01.2022)

Конечным итогом применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно является экономическая эффективность, которая включает в себя себестоимость полученной продукции, чистый доход и рентабельность.

Проведен расчет экономической эффективности применения в посевах кукурузы на зерно различных норм расхода гербицидов титус, 25 % с.т.с., санкор, ВДГ, майсТер пауэр, МД, аденго, КС, сулкотрек, СК как в чистом виде, так и некоторых из них с КАСом, а также баковой смеси сулкотрек, СК + диален супер, ВР.

Установлено, что при применении гербицидов в чистом виде в посевах кукурузы на зерно максимальная экономическая эффективность была получена в варианте с использованием гербицида майсТер пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га. Здесь чистый доход составил 927,44 у.е/га, а рентабельность – 87,3 %. Себестоимость продукции была минимальной – 7,61 у.е/ц.

При совместном применении гербицидов и КАСа наибольший эффект был получен в варианте майсТер пауэр, МД + КАС с нормой расхода 1,0 л/га + 30 кг/га. В этом случае чистый доход составил 882,9 у.е/га, а рентабельность – 85,3 %. Себестоимость продукции составила 7,69 у.е/ц.

При применении для химической прополки кукурузы баковой смеси гербицидов наиболее эффективным был вариант с совместным применением сулкотрека, СК с нормой расхода 2,0 л/га и диалена супер, ВР с нормой расхода 1,2 л/га. Показатели экономической эффективности составили по чистому доходу 992,17 у.е/га, по рентабельности – 93,2 %. Себестоимость продукции составила в данном варианте 7,38 у.е/ц.

Ключевые слова: затраты, эксплуатационные затраты, себестоимость, чистый доход, рентабельность, титус, 25 % с.т.с., санкор, ВДГ, майсТер пауэр, МД, аденго, КС, сулкотрек, СК, КАС.

The end result of the use of herbicides in crops of corn grown for grain is economic efficiency, which includes the cost of production, net income and profitability.

We have calculated the economic efficiency of the use of different rates of herbicides in crops of corn grown for grain: Titus, 25 % DFS; Sankor, WDG; MaisTer power, OD; Adengo, SC; Sulkotrek, SC, both in pure form and some of them with UAN, as well as the tank mixture Sulkotrek, SC + Dialen super, WS (water solution).

It has been established that when using herbicides in their pure form in corn crops for grain, the maximum economic efficiency was obtained in the variant using the herbicide MaisTer power, OD with a consumption rate of 1.5 l/ha. Here, the net income amounted to 927.44 c.u./ha, and the profitability was 87.3 %. The cost of production was minimal – 76.1 c.u./t.

With the combined use of herbicides and UAN, the greatest effect was obtained in the variant MaisTer power, OD + UAN with a consumption rate of 1.0 l/ha + 30 kg/ha. In this case, the net income was 882.9 c.u./ha, and the profitability was 85.3 %. The cost of production amounted to 76.9 c.u./t.

When using a tank mixture of herbicides for chemical weeding of corn, the most effective option was the combined use of Sulkotrek, SC with a consumption rate of 2.0 l/ha and Dialen super, WS (water solution) with a consumption rate of 1.2 l/ha. The indicators of economic efficiency amounted to 992.17 c.u./ha in terms of net income, and 93.2 % in terms of profitability. The cost of production in this variant was 73.8 c.u./t.

Key words: costs, operating costs, prime cost, net income, profitability; Titus, 25 % DFS (dry flowing suspension); Sankor, WDG (water dispersible granules); MaisTer power, OD (oil dispersion); Adengo, SC (suspension concentrate), Sulkotrek, SC (suspension concentrate); UAN.

Введение

Кукуруза – одна из тех сельскохозяйственных культур, которые используются для получения силоса в силу положительной отзывчивости на факторы интенсификации (удобрения, средства защиты растений), легкой возможности консервирования и хорошей кормовой ценности получаемого силоса [1, 2].

В нынешних условиях хозяйствования обязательным мероприятием является борьба с сорной растительностью, в том числе и с использованием гербицидов, что обусловлено высокой засоренностью кукурузы – до 250,5 шт/м² [3].

Посевные площади кукурузы на зерно в нашей стране увеличились за период с 1989 по 2013 г. в 10 раз и составили 204 тыс. гектаров [8], а урожайность возросла с 40,8 до 55,7 ц/га [4]. В последние годы она стабилизировалась на уровне 270 тыс. гектаров [5, 8] и более 67 % посевных площадей засеваются гибридами белорусского производства [6]. Намолот кукурузы на зерно составил 1,4 млн тонн со средней урожайностью 84,1 ц/га [3]. Кроме того, широкое возделывание кукурузы обусловлено низкими затратами при выращивании культуры [7].

В связи с вышеизложенным для получения высоких и стабильных урожаев зерна кукурузы важно совершенствование ассортимента используемых для ее защиты гербицидов, в том числе в стоимостном разрезе препаратов.

Цель исследований – определить экономическую эффективность применения гербицидов, а также баковых смесей гербицидов в посевах кукурузы на зерно.

Основная часть

Для расчета экономической эффективности использовали технологическую карту по возделыванию кукурузы на зерно, опубликованную сотрудниками РУП «НПЦ по земледелию» и РУП «НПЦ по механизации сельского хозяйства» [8]. Эффективность применения гербицидов и их смесей изучали на протяжении 2013–2015 гг. Опыт был заложен на землях Учхоза БГСХА Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (КСl) – 5,8, содержание гумуса – 1,7 %, К₂O – 210 мг/кг, Р₂O₅ – 200 мг/кг.

Предшественником являлись однолетние травы. После уборки трав производилось внесение органики – 60 т/га, а затем зяблевая вспашка на глубину пахотного горизонта (20–22 см). Минеральные удобрения Р₆₀К₁₂₀ вносились также под зяблевую вспашку. Азотные удобрения применялись в виде КАСа под культивацию 60 кг/га и в подкормку (в фазе 5 листьев) – 60 кг/га.

Технология возделывания кукурузы производилась в соответствии с отраслевыми регламентами. Изучаемые гербициды вносили в соответствии со схемой опыта в фазе 3–5 листьев культуры. Расход рабочего раствора составлял 300 л/га.

Исходя из полученной средней урожайности за три года исследований были произведены расчеты стоимости продукции. В соответствии с данными сельхозпредприятий, подчиненных МСХП Республики Беларусь, стоимость зерна кукурузы составляла в среднем 142,73 у.е/т.

Эксплуатационные затраты на выполнение операций по возделыванию кукурузы комплексом отечественных машин включали в себя амортизационные отчисления на используемую технику, заработную плату механизаторов и водителей, затраты на обслуживание и ремонт техники, затраты на топливо и энергию [9].

Производственные затраты рассчитывались по всем вариантам опыта с учетом затрат на применяемые гербициды и полученную в каждом варианте урожайность.

Следует учесть, что стоимость солоमистого навоза, который применялся по перевалочной технологии, составляла 4,17 у.е/т с учетом того, что на первую культуру, возделываемую после его внесения, приходится 60 % затрат на его применение [10].

Расчет производственных затрат при внесении гербицидов в посевах кукурузы на зерно представлен в табл. 1.

Таблица 1. Расчет производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно с применением гербицидов, у.е/га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Семена	Удобрения (навоз + NPK)	Гербициды	Эксплуатационные затраты	Итого затрат
Контроль (без гербицидов)	–	149,59	300,40	–	402,25	852,24
Титус, 25 % с.т.с. + ПАВ тренд 90 (эталон)	0,050 + 200	149,59	300,40	18,7	469,66	938,35
Санкор, ВДГ	0,25	149,59	300,40	14,82	482,86	947,67
Санкор, ВДГ	0,28	149,59	300,40	16,59	494,74	961,32
Санкор, ВДГ	0,30	149,59	300,40	17,78	498,97	966,74
МайсТер пауэр, МД	1,0	149,59	300,40	52,80	508,21	1011,00
МайсТер пауэр, МД	1,25	149,59	300,40	66,00	513,62	1029,61
МайсТер пауэр, МД	1,5	149,59	300,40	79,20	533,02	1062,21
Аденго, КС	0,3	149,59	300,40	52,20	491,58	993,77
Аденго, КС	0,35	149,59	300,40	60,90	496,06	1006,95
Аденго, КС	0,4	149,59	300,40	69,60	503,32	1022,91
Сулкотрек, СК	1,8	149,59	300,40	56,10	481,54	987,63
Сулкотрек, СК	1,9	149,59	300,40	59,28	484,84	994,11
Сулкотрек, СК	2,0	149,59	300,40	62,40	489,07	1001,46

Таким образом, полученные данные говорят о том, что минимальные затраты 852,24 у.е/га были в контрольном варианте. В вариантах с использованием для химической прополки гербицидов они колебались от 938,35 до 1062,21 у.е/га.

Экономическая эффективность применения гербицидов представлена в табл. 2.

Таблица 2. Экономическая эффективность применения гербицидов при возделывании кукурузы на зерно, у.е/га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Средняя урожайность, ц/га	Стоимость продукции, у.е/га	Производственные затраты, у.е/га	Чистый доход, у.е/га	Рентабельность, %	Себестоимость, у.е/ц
Контроль (без гербицидов)	–	42,6	608,02	852,24	–244,22	–28,6	20,00
Титус, 25 % с.т.с. + ПАВ тренд 90 (эталон)	0,050 + 200	91,4	1304,55	938,35	366,20	39,0	10,26
Санкор, ВДГ	0,25	101,9	1454,41	947,67	506,74	53,4	9,30
Санкор, ВДГ	0,28	110,4	1575,73	961,32	614,41	63,9	8,70
Санкор, ВДГ	0,30	113,6	1621,41	966,74	654,67	67,7	8,51
МайсТер пауэр, МД	1,0	120,6	1721,32	1011,00	710,32	70,2	8,38
МайсТер пауэр, МД	1,25	124,7	1779,84	1029,61	750,23	72,8	8,25
МайсТер пауэр, МД	1,5	139,4	1989,65	1062,21	927,44	87,3	7,61
Аденго, КС	0,3	108,0	1541,48	993,77	547,71	55,1	9,20
Аденго, КС	0,35	111,4	1590,01	1006,95	583,06	57,9	9,03
Аденго, КС	0,4	116,9	1668,51	1022,91	645,60	63,1	8,75
Сулкотрек, СК	1,8	100,4	1433,00	987,63	445,37	45,0	9,83
Сулкотрек, СК	1,9	102,9	1468,69	994,11	474,58	47,7	9,66
Сулкотрек, СК	2,0	106,1	1514,36	1001,46	512,90	51,2	9,43

В контрольном варианте чистый доход составил –244,22 у.е/га и рентабельность – 28,6 %.

При применении для химической прополки кукурузы гербицидов, максимальный чистый доход и рентабельность были получены в вариантах с использованием гербицида майсТер пауэр, МД.

Так, при норме расхода препарата 1,5 л/га чистый доход составил 927,44 у.е/га, а рентабельность – 87,3 %. При снижении нормы расхода препарата до 1,25 л/га показатели составили соответственно 750,23 у.е/га и 72,8 %.

В варианте с минимальной нормой препарата (1,0 л/га) чистый доход снизился до 710,32 у.е/га, а рентабельность – до 70,2 %.

Вторым по эффективности при сохранении тенденции увеличения показателей экономической эффективности следует считать гербицид санкор, ВДГ.

Например, применение гербицида для химической прополки кукурузы с нормой расхода 0,30 кг/га позволило увеличить чистый доход на 284,59 у.е/га, а рентабельность – на 28,1 % по сравнению с эталонным вариантом (титус, 25 % с.т.с. + ПАВ тренд 90, 0,050 кг/га + 200 мл/га).

При средней норме расхода санкора, ВДГ (0,28 кг/га) увеличение данных показателей составило 244,33 у.е/га и 24,3 % соответственно.

В варианте с санкором, ВДГ, 0,25 кг/га превышение эталонного варианта по чистому доходу составило 136,68 у.е/га, а рентабельности – 13,8 %.

Применение аденго, КС с нормой расхода 0,4 л/га для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы позволило получить чистый доход 645,60 у.е/га, рентабельность – 63,1 %.

При средней норме расхода препарата (0,35 л/га) превышение показателей экономической эффективности над эталонным вариантом (титус, 25 % с.т.с. + ПАВ тренд 90, 0,050 кг/га + 200 мл/га) составило 212,98 у.е/га и 18,3 % соответственно.

Минимальная норма расхода аденго, КС (0,3 л/га) позволила получить чистый доход 547,71 у.е/га, рентабельность – 55,1 %.

При использовании для химической прополки кукурузы сулкотрека, СК с нормой расхода 2,0 л/га показатели экономической эффективности превысили эталонный вариант на 142,82 у.е/га и 11,6 % соответственно.

Применение минимальной нормы расхода сулкотрека, СК (1,8 л/га) позволило превысить эталон на 75,29 у.е/га по чистому доходу и на 5,4 % по рентабельности.

Обработка кукурузы сулкотреком, СК с нормой расхода 1,9 л/га позволила получить превышение эталонного варианта на 104,5 у.е/га и 8,1 % соответственно.

Расчет производственных затрат при внесении гербицидов совместно с КАСом в посевах кукурузы на зерно представлен в табл. 3.

Полученные данные свидетельствуют о том, что минимальные затраты, в том числе эксплуатационные, были получены в контрольном варианте и составили 863,20 и 413,21 у.е/га соответственно.

Таблица 3. Расчет производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно с применением гербицидов совместно с КАСом, у.е/га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Семена	Удобрения (навоз + NPK)	Гербициды	Эксплуатационные затраты	Итого затрат
Контроль (без гербицидов)	–	149,59	300,40	–	413,21	863,20
КАС ₃₂	30	149,59	305,28	–	433,89	888,76
Санкор, ВДГ	0,3	149,59	300,40	17,78	485,37	953,14
Санкор, ВДГ + КАС	0,25 + 30	149,59	305,28	14,82	495,40	965,09
Санкор, ВДГ + КАС	0,30 + 30	149,59	305,28	17,78	501,74	974,39
МайсТер пауэр, МД	1,5	149,59	300,40	79,20	517,32	1046,51
МайсТер пауэр, МД + КАС	1,0 + 30	149,59	305,28	52,80	526,29	1033,96
МайсТер пауэр, МД + КАС	1,5 + 30	149,59	305,28	79,20	476,53	1010,60
Сулкотрек, СК	2,0	149,59	300,40	62,40	497,25	1009,64
Сулкотрек, СК + КАС	1,8 + 30	149,59	305,28	56,10	501,61	1012,58
Сулкотрек, СК + КАС	2,0 + 30	149,59	305,28	62,40	505,30	1022,57

Затраты по всем остальным вариантам колебались и составили от 888,76 до 1046, 51 у.е/га.

В контрольном варианте с химической прополкой посевов кукурузы на зерно совместно с применением КАСа чистый доход составил –140,99 у.е/га, рентабельность – –16,3 % (табл. 4).

Таблица 4. Экономическая эффективность применения гербицидов совместно с КАСом при возделывании кукурузы на зерно, у.е/га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, у.е/га	Производственные затраты, у.е/га	Чистый доход, у.е/га	Рентабельность, %	Себестоимость, у.е/ц
Контроль (без гербицидов)		50,6	722,21	863,20	–140,99	–16,3	17,0
КАС ₃₂	30	64,3	917,75	888,76	28,99	3,2	13,80
Санкор, ВДГ	0,3	103,3	1474,40	953,14	521,26	54,6	9,22
Санкор, ВДГ + КАС	0,25 + 30	110,9	1582,87	965,09	617,78	64,0	8,70
Санкор, ВДГ + КАС	0,30 + 30	115,7	1651,38	974,39	676,99	69,4	8,42
МайсТер пауэр, МД	1,5	127,5	1819,80	1046,51	773,29	73,8	8,20
МайсТер пауэр, МД + КАС	1,0 + 30	134,3	1916,86	1033,96	882,90	85,3	7,69
МайсТер пауэр, МД + КАС	1,5 + 30	96,6	1378,77	1010,60	368,17	36,4	10,46
Сулкотрек, СК	2,0	112,3	1602,85	1009,64	593,21	58,7	8,99
Сулкотрек, СК + КАС	1,8 + 30	115,6	1649,95	1012,58	637,37	62,9	8,75
Сулкотрек, СК + КАС	2,0 + 30	118,4	1689,92	1022,57	667,35	65,2	8,63

В варианте с применением КАСа без гербицидов (30 кг/га) данные показатели возросли и составили соответственно 28,99 у.е/га и 3,2 %. При этом производственные затраты также увеличились по сравнению с контролем на 25,56 у.е/га, а стоимость продукции – на 195,54 у.е/га.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что наиболее эффективным был вариант с применением МайсТер пауэра, МД + КАС с нормой расхода 1,0 л/га + 30 кг/га. В этом случае чистый доход превысил на 109,61 у.е/га вариант с применением данного гербицида без КАСа. Также на 11,5 % была выше рентабельность производства. Себестоимость продукции в этом варианте была минимальной – 7,69 у.е/ц.

При применении МайсТер пауэра, МД + КАС с нормой расхода 1,5 л/га + 30 кг/га, учитывая звучавший ранее вывод о фитотоксичности данной нормы расхода, нужно констатировать тот факт, что показатели эффективности снизились по сравнению с лучшим вариантом на 514,73 у.е/га и 48,9 % соответственно, а себестоимость продукции возросла на 2,77 у.е/ц.

Вторыми по экономической эффективности являются варианты с применением сулкотрека, СК + КАС.

Так, при использовании сулкотрека, СК + КАС с нормой расхода 1,8 л/га + 30 кг/га, стоимость продукции и производственные затраты соответственно возросли по сравнению с вариантом, где сулкотрек, СК применялся в чистом виде, на 47,1 у.е/га и 2,94 у.е/га. Но вместе с тем увеличился и чистый доход на 44,16 у.е/га, возросла и рентабельность – на 4,2 %. Себестоимость же продукции снизилась – на 0,24 у.е/ц.

Применение для химической прополки кукурузы сулкотрека, СК + КАС с нормой расхода 2,0 л/га + + 30 кг/га увеличивало полученный чистый доход на 74,14 у.е/га и рентабельность – на 6,5 %. При этом себестоимость продукции снижалась на 0,36 у.е/ц.

Минимальные показатели чистого дохода и рентабельности были получены в варианте с применением санкора, ВДГ для борьбы с сорной растительностью. Так, при использовании баковой смеси санкор, ВДГ + КАС с нормой расхода 0,25 кг/га + 30 кг/га, они составили по сравнению с вариантом,

где санкор, ВДГ применялся в чистом виде, соответственно 96,52 у.е/га и 9,4 %. Себестоимость продукции при этом снизилась на 0,52 у.е/ц.

В варианте санкор, ВДГ + КАС с нормой расхода 0,30 кг/га + 30 кг/га чистый доход составил 676,99 у.е/га, а рентабельность – 69,4 %. Себестоимость продукции снизилась по сравнению с вариантом, в котором санкор, ВДГ применялся в чистом виде, на 0,8 у.е/ц.

При совместном применении сулкотрека, СК и диалена супер, ВР производственные затраты составили от 871,65 до 1064,56 у.е/га (табл. 5).

Таблица 5. Расчет производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно с применением баковых смесей гербицидов, у.е./га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Семена	Удобрения (навоз + NPK)	Гербициды	Эксплуатационные затраты	Итого затрат
Контроль (без гербицидов)	–	149,59	300,40	–	421,66	871,65
Диален супер, ВР	1,2	149,59	300,40	12,96	453,69	916,64
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 0,8	149,59	300,40	64,74	481,68	996,41
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 1,2	149,59	300,40	69,06	490,52	1009,57
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 0,8	149,59	300,40	67,92	500,02	1017,93
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 1,2	149,59	300,40	72,24	514, 28	1036,51
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 0,8	149,59	300,40	71,04	527,61	1048,64
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 1,2	149,59	300,40	75,34	539,23	1064,56

Рассматривая совместное применение сулкотрека, СК и диалена супер, ВР, следует отметить, что контрольный вариант был не рентабелен. Его превзошли все варианты с применением баковых смесей гербицидов (табл. 6).

Таблица 6. Экономическая эффективность применения баковых смесей гербицидов при возделывании кукурузы на зерно, у.е/га

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, у.е/га	Производственные затраты, у.е/га	Чистый доход, у.е/га	Рентабельность, %	Себестоимость, у.е/ц
Контроль (без гербицидов)	–	57,0	813,56	871,65	–58,09	–6,66	15,29
Диален супер, ВР	1,2	79,3	1131,84	916,64	215,20	23,4	11,55
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 0,8	100,5	1427,30	996,41	430,89	43,2	9,91
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,8 + 1,2	107,2	1530,06	1009,57	520,49	51,5	9,41
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 0,8	114,4	1632,83	1017,93	614,90	60,4	8,89
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	1,9 + 1,2	125,2	1786,97	1036,51	750,46	72,4	8,27
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 0,8	135,3	1931,13	1048,64	882,49	84,1	7,75
Сулкотрек, СК + диален супер, ВР	2,0 + 1,2	144,1	2056,73	1064,56	992,17	93,2	7,38

Наибольшая рентабельность (93,2 %) и чистый доход (992,17 у.е/га) отмечены в данном случае в варианте с максимальными нормами расхода сулкотрека, СК (2,0 л/га) и диалена супер, ВР (1,2 л/га) для химической прополки кукурузы.

Снижение нормы расхода диалена супер, ВР до 0,8 л/га позволило получить показатели, которые были несколько ниже – на 109,68 у.е/га и 9,1 %. При этом себестоимость продукции была выше, чем в лучшем варианте на 0,37 у.е/ц.

Минимальная норма расхода сулкотрека, СК (1,8 л/га) и диалена супер, ВР (1,2 и 0,8 л/га) позволила получить следующую эффективность применения баковой смеси. Так, при использовании диалена супер, ВР с нормой расхода 0,8 л/га чистый доход составил 430,89 у.е/га, а рентабельность – 43,2 %. При увеличении нормы расхода до 1,2 л/га показатели составили 520,49 у.е/га и 51,5 % соответственно. При этом себестоимость продукции различалась в данных вариантах на 0,50 у.е/ц.

Средняя норма расхода сулкотрека, СК (1,9 л/га) также позволила получить хороший результат. При использовании данной нормы расхода гербицида совместно с диаленом супер, ВР, 0,8 л/га, чистый доход превысил доход от диалена супер, ВР в чистом виде на 399,7 у.е/га, а рентабельность – на 37 %.

В варианте сулкотрек, СК (1,9 л/га) и диален супер, ВР (1,2 л/га) превышение составило 535,26 у.е/га и 49 % соответственно. Себестоимость продукции снижалась на 2,66 и 3,28 у.е/ц.

Заключение

1. При применении для химической прополки кукурузы гербицидов в чистом виде, максимальная экономическая эффективность была получена в варианте с использованием гербицида майсГер пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га. Здесь чистый доход составил 927,44 у.е/га, а рентабельность – 87,3 %. Себестоимость продукции была минимальной – 7,61 у.е/ц.

2. При совместном применении гербицидов и КАСа наибольший эффект был получен в варианте майсТер пауэр, МД + КАС с нормой расхода 1,0 л/га + 30 кг/га. В этом случае чистый доход составил 882,9 у.е/га, а рентабельность – 85,3 %. Себестоимость продукции составила 7,69 у.е/ц.

3. При применении максимальной нормы расхода майсТер пауэра, МД + КАС (1,5 л/га + 30 кг/га) чистый доход и рентабельность были ниже и составили соответственно 368,17 у.е/га и 36,4 %. Себестоимость продукции в этом варианте была более высокой – 10,46 у.е/ц. Это объясняется фитотоксичностью данной нормы расхода для кукурузы.

4. При применении для химической прополки кукурузы баковой смеси гербицидов наиболее эффективным был вариант с совместным применением сулкотрека, СК с нормой расхода 2,0 л/га и диадена супер, ВР с нормой расхода 1,2 л/га. Показатели экономической эффективности составили по чистому доходу 992,17 у.е/га и рентабельности – 93,2 %. Себестоимость продукции составила в данном варианте 7,38 у.е/ц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лунева, Н. Н. Засоренность посевов зерновых сельскохозяйственных культур и тенденция ее изменчивости в Ростовской области / Н. Н. Лунева, Е. И. Кириленко // Состояние и развитие гербологии на пороге 21 века: материалы второго Всерос. науч.-произв. совещ., Голицыно, 17–20 июля 2000 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии; редкол.: Ю. Я. Спиридонов [и др.]. – Голицыно, 2000. – С. 42–47.

2. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 411 с.

3. Сорные растения и совершенствование химического метода борьбы с ними в посевах кукурузы / А. В. Сташкевич [и др.]. – Минск: Колорград, 2020. – 314 с.

4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.

5. Небышинец, С. С. Аденго и МайсТер пауэр на защите кукурузы / С. С. Небышинец, Л. А. Булавин, И. А. Сушевич // Кукуруза: профессиональный подход от посева до уборки: производ.-практ. изд. / сост. В. В. Исаенко. – Минск: Наша Идея, 2019. – С. 162–166.

6. Ращупкин, А. Белорусская кукуруза наращивает амбиции / А. Ращупкин // Беларус. сел. хоз-во. – 2019. – № 10. – С. 76–78.

7. Крот, П. П. Борьба с сорняками на торфяных почвах / П. П. Крот. – Минск, 1982. – С. 4–11.

8. Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно / Л. А. Булавин [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 28–31.

9. Ленский, А. В. Формирование эффективной системы машин для механизации растениеводства / А. В. Ленский; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук. Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018. – 377 с.

10. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / Беларус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии; И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 1988. – 30 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Х. И. БОБОДЖАНОВА

Центр биотехнологии Таджикского национального университета,
г. Душанбе, Таджикистан, 734025; e-mail: bobojankh_7@bk.ru

Н. В. КУХАРЧИК

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013, e-mail: nkykhartchyk@gmail.com

(Поступила в редакцию 13.01.2022)

В данной статье представлены результаты исследований за период 2014–2019 годы по оценке эффективности микро-размножения *in vitro* интродуцированных сортов винограда. Исследования проведены на базе лабораторий Центра биотехнологии Таджикского национального университета. Отмечена разная регенерационная способность в культуре *in vitro* на этапе микро-размножения эксплантов исследованных сортов винограда в течение четырех пассажей. Среднее значение коэффициента микро-размножения всех исследуемых сортов варьировало от 1,9 (сорт Хусайне красный) до 3,5 (сорт Гузаль кара) и составило 2,7 по всем исследованным сортам винограда. Максимальное значение коэффициента микро-размножения для группы сортов винограда раннего срока созревания наблюдается в четвертом пассаже (3,0). Пик побегообразования для сортов винограда среднего и позднего сроков созревания отмечен в третьем пассаже и составил 3,5. Что касается группы сортов винограда среднепозднего срока созревания, то максимальная интенсивность размножения отмечена во втором пассаже – 3,8. Выявлено, что для сортов данной группы, характеризующихся разными сроками созревания максимальный коэффициент микро-размножения приходится на второй пассаж, среднее значение составило 3,2. Установлено, что по всем типам эксплантов среднее значение коэффициента микро-размножения сортов винограда разных групп созревания практически не отличается. По всем типам эксплантов сортов винограда среднее значение коэффициента размножения мало отличается между собой.

Ключевые слова: Таджикистан, сорта винограда, микро-размножение, коэффициент размножения, побегообразование, *in vitro*.

This article presents results of studies for the period 2014–2019 to assess the effectiveness of in vitro micropropagation of introduced grape varieties. The studies were carried out on the basis of laboratories of the Biotechnology Center of Tajik National University. Different regenerative capacity was noted in in vitro culture at the stage of micropropagation of explants of the studied grape varieties during four passages. The average value of micropropagation coefficient of all studied varieties varied from 1.9 (Khusaine red variety) to 3.5 (Guzal Kara variety) and amounted to 2.7 for all studied grape varieties. The maximum value of micropropagation coefficient for the group of early ripening grape varieties is observed in the fourth passage (3.0). The peak of shoot formation for grape varieties of medium and late ripening was noted in the third passage and amounted to 3.5. As for the group of grape varieties of medium late ripening, the maximum intensity of reproduction was noted in the second passage – 3.8. It was revealed that for the varieties of this group, characterized by different maturation periods, the maximum micropropagation coefficient falls on the second passage, the average value was 3.2. It has been established that for all types of explants, the average value of micropropagation coefficient of grape varieties of different maturation groups is practically the same. For all types of explants of grape varieties, the average values of propagation coefficient differ little from each other.

Key words: Tajikistan, grape varieties, micropropagation, propagation coefficient, shoot formation, *in vitro*.

Введение

Развитие сельского хозяйства в современных условиях невозможно без агробиотехнологии. Это имеет непосредственное отношение и к виноградарству [1].

Клональное микро-размножение в культуре *in vitro*, по сравнению с традиционными методами размножения, используемыми в сельскохозяйственной практике, имеет ряд преимуществ [2, 3]. Среди них такие как, высокий коэффициент размножения, возможность оздоровления растений от вирусов, патогенных микроорганизмов и нематод, возможность работать в лабораторных условиях круглый год и планирование выпуска растений к определенному сроку и другие. Основное же преимущество клонального микро-размножения – это получение генетически однородного, безвирусного посадочного материала, так как вирусные и микоплазменные заболевания в силу хронического характера наносят виноградарству значительный экономический ущерб [3].

Методы культуры органов, тканей и клеток *in vitro* занимают прочное место в арсенале средств, определяющих значительный прогресс в селекции винограда и в деле производства посадочного материала этой древнейшей и широко распространенной культуры [1].

В обзоре научных сообщений по культуре органов, тканей и клеток винограда *in vitro*, сделанного А. И. Литваком и А. П. Кузьменко [4], показаны широкие потенциальные возможности метода.

В работах Н. П. Дорошенко с коллегами отмечено, что оптимизации клонального микроразмножения на этапе микрочеренкования пробирочных растений также способствует применение растительной добавки из тонкоразмолотых семян винограда [5], введение в питательную среду 6-БАП [6], СВЧ-лучей [7].

Н. И. Медведева, Л. П. Трошин и Н. В. Поливарова в своей работе [8] показали, что на этапе микроразмножения для роста и развития регенерантов оздоравливаемых сортообразцов винограда целесообразно использовать питательную среду Мурасиге и Скуга со стандартным набором макро-микроэлементов и витаминов и содержанием ростового вещества 6-Бензиламинопурина в концентрации – 0,4 мг/л.

Т. А. Красинской и А. А. Змушко отмечено влияние генотипа на морфогенез растений-регенерантов винограда при воздействии в среде различных биологически активных веществ: 6-БА, TDZ и кинетина. В среднем для сортов Магс и Агат донской применение модифицированной питательной среды MS с 1,1 и 1,5 мг/л 6-БА способствовало активации геммогенеза, коэффициент размножения составил соответственно 4,3 и 4,7 [9].

А. А. Батукаевым с коллегами показано, что на фоне концентрации БАП 0,5 мг/л присутствие кинетина (0,5 мг/л) обеспечило максимальный коэффициент размножения – 2,9 и некотором уменьшении средней длины побегов [10].

Оптимальной для этапа, собственно микроразмножения винограда сорта Памяти Домбковской, Т. Г. Леконцева и А. В. Федоров отмечают питательную среду с содержанием цитокинина 6-БАП в концентрации 1,0 мг/л. [11].

Цель исследования заключалась в оценке эффективности микроразмножения, в течение четырех пассажей, интродуцированных сортов винограда, произрастающих на территории Таджикистана.

Исследованные сорта винограда относятся к венгерским (Жемчуг Саба) [12], иранским (Фахри) [13], туркменским (Нухурский крупный) [14], арабийским (Тайфи розовый) [15], узбекским (Гузаль кара [13], Джанджал Кара [13], Победа [13], Ризамат [13], Сурхак китабский [16], Хурманы кизил [13], Хусайне красный [15]), среднеазиатским (Бобо закир [14], Дили каптар [13], Думи рубох [13], Исписар [17], Кара палван [14], Первомайский [18], Ранний кибрайский [18], Сохиби [13], Султани [14], Хусайне белый [12], Чилиаки красный [14]).

Основная часть

Исследования проводили в период 2014–2019 гг. в Центре биотехнологии Таджикского национального университета. В качестве объектов исследований служили 22 сорта винограда, которые характеризуются высокими вкусовыми качествами и хозяйственно ценными признаками [12–18].

Для культуры *in vitro* использовали меристемы, верхушечные и боковые почки, щитки.

Работы проводили в условиях ламинар-бокса БАВнп-01-«Ламинар-С»-1,2 (Lamsystems, Россия) с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 и специального набора инструментов (игла, скальпель, пинцет). Стерилизацию эксплантов проводили с использованием 70 % этанола и 33 % перекиси водорода [19].

Экспланты вводили на питательную среду Мурасига-Скуга [20], дополненную НУК-0.9 мг/л. Микропобеги высаживали на агаризованную питательную среду Мурасига-Скуга [20], содержащую 1,1 мг/л 6-БА, 10 г/л мезоинозита, 30г/л сахарозы [21].

Культивирование растений *in vitro* проводили в биологических пробирках 22x220 в культуральных комнатах при освещении 4 тыс. люкс, температуре $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$, фотопериоде 16/8 часов, относительной влажности 70–80 %. Длительность субкультивирования составляла 4–5 недель.

Исследован коэффициент микроразмножения на четырех пассажах. Среднее значение коэффициента микроразмножения всех исследуемых сортов варьирует от 1,9 (сорт Хусайне красный) до 3,5 (сорт Гузаль кара). Среднее для всех сортов равно 2,7, такая же интенсивность размножения наблюдается для сорта Исписар, Победа и Фахри (рис. 1).

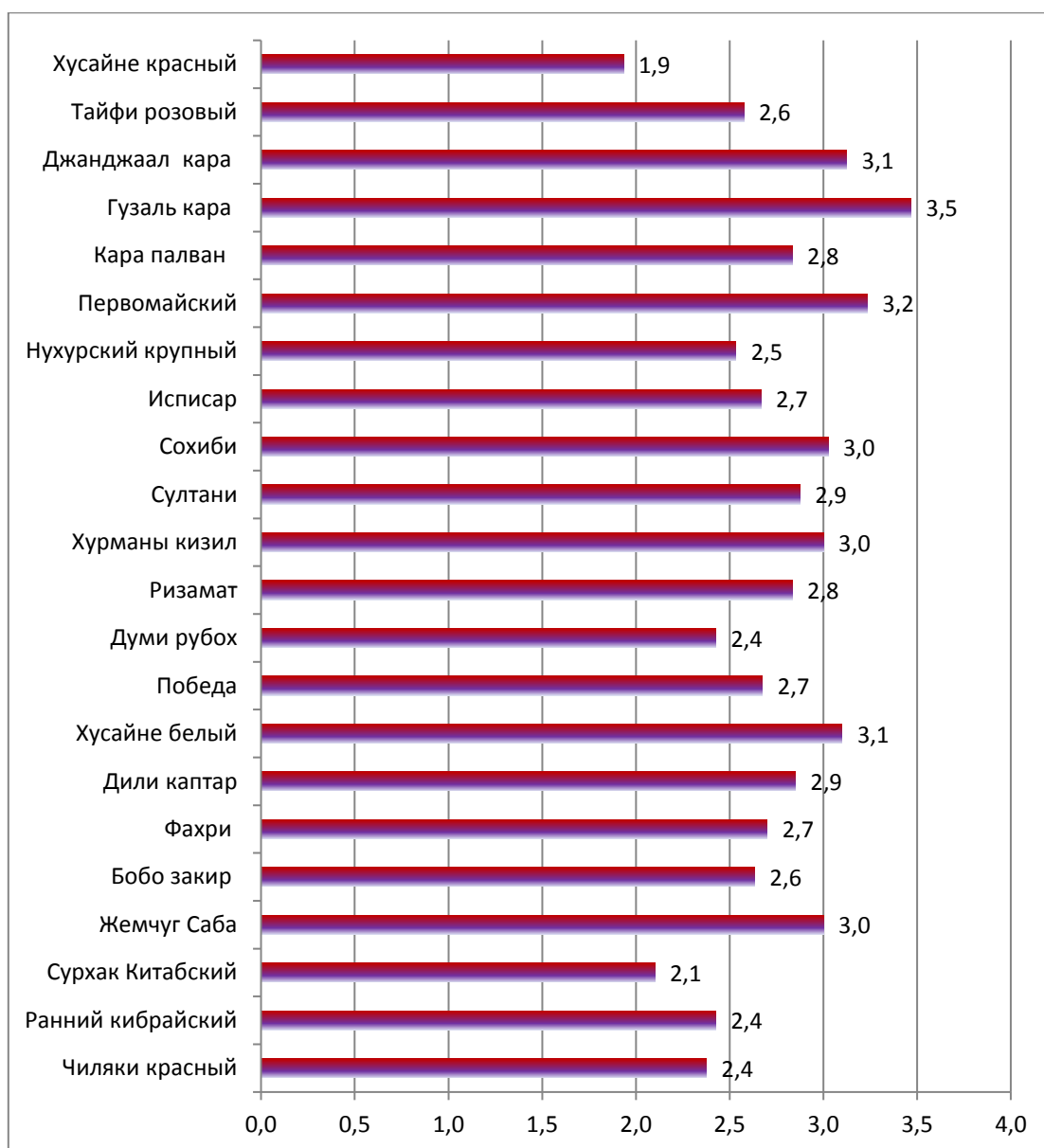


Рис. 1. Среднее значение коэффициента микроразмножения сортов винограда разных сроков созревания по пассажирам

Значение коэффициента выше среднего отмечено для сортов Кара палван и Ризамат (2,8), Султани и Дили каптар (2,9), Сохиби, Жемчуг Саба и Хурманы кизил (3,0), Джанджал кара и Хусайне белый (3,1), Первомайский (3,2), Гузаль кара (3,5).

Ниже средней величины интенсивность побегообразования наблюдается для следующих сортов – Тайфи розовый и Бобо закир (2,6), Нухурский крупный (2,5), Думи руба сафед, Ранний кибрайский, Чиялки красный (2,4), Сурхак китабский (2,1) и Хусайне красный (1,9).

Выбранные для изучения сорта были разделены на четыре группы по срокам созревания – ранние (Чиялки красный, Ранний кибрайский, Сурхак Китабский, Жемчуг Саба, Бобо закир и Фахри), средние (Дили каптар, Хусайне белый, Победа, Думи руба сафед, Ризамат и Хурманы кизил), среднепоздние (Джаус – Султани, Сохиби, Исписар, Нухурский крупный, Первомайский, Кара палван и Гузаль кара) и поздние (Джанджаал кара, Тайфи розовый и Хусайне красный).

На рис. 2 представлены средние значения коэффициентов микроразмножения в четырех пассажах для сортов винограда, сгруппированных по срокам созревания.

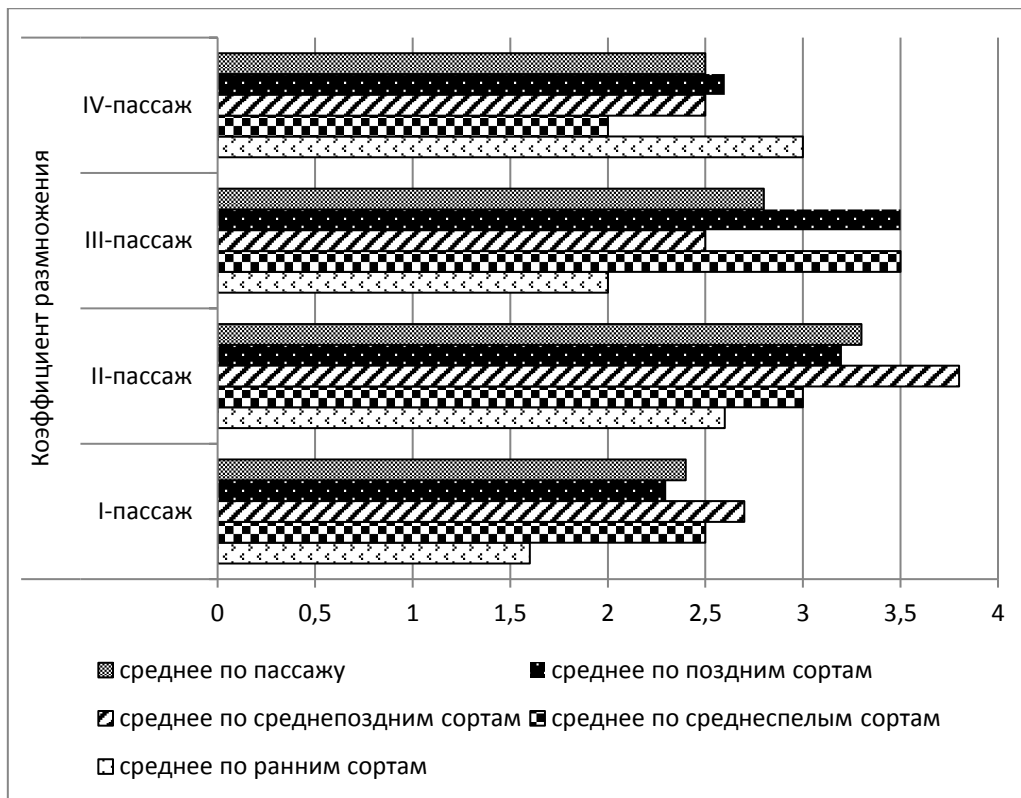


Рис. 2. Среднее значение коэффициента микроразмножения сортов винограда разных сроков созревания на 4 пассажах

Значение средней интенсивности микроразмножения всех исследованных сортов винограда по пассажирам растет от первого к третьему пассажиру, а затем уменьшается в четвертом пассажире.

Для сортов винограда группы раннего срока созревания наблюдается скачкообразное изменение коэффициента размножения с его высоким значением в четвертом пассажире. т.е. наблюдается увеличение значения от первого ко второму пассажиру, далее спад интенсивности и ее рост к четвертому пассажиру.

Равномерное побегообразование от первого к третьему, и спад значения в четвертом пассажире отмечен для группы сортов среднего срока созревания.

Максимальная интенсивность размножения наблюдается во втором пассажире для группы сортов винограда среднепозднего срока созревания. Значение данной величины в третьем и четвертом пассажирах практически одинаковое. Группа сортов позднего срока созревания характеризуется ростом коэффициента размножения к третьему и спадом к четвертому пассажиру.

Максимальное значение коэффициента микроразмножения для группы сортов винограда раннего срока созревания наблюдается в четвертом пассажире. В третьем пассажире отмечен пик побегообразования для сортов винограда среднего и позднего сроков созревания. Что касается группы сортов винограда среднепозднего срока созревания, то интенсивность размножения максимальна во втором пассажире. Вероятно, коэффициент микроразмножения сортов винограда, отличающихся по срокам созревания имеет сортовую индивидуальность.

В табл. 1 представлены результаты расчетов коэффициентов микроразмножения сортов винограда, разбитых в группы по срокам созревания.

В первом пассажире самая высокая интенсивность микроразмножения наблюдается в группе сортов винограда среднепозднего срока созревания (2,7) и далее по убыванию в группе среднее по среднеспелым сортам (2,5), среднее по поздним сортам (2,3) и среднее по ранним сортам (1,6). Среднее по первому пассажиру равно 2,4.

В целом для исследованных сортов винограда всех четырех групп созревания коэффициент микроразмножения варьирует от 1,5 для сортов Чилияки красный, Жемчуг Саба, Победа, Первомайский и до 4,4 для сорта Гузаль кара.

Таблица 1. Среднее значение коэффициента размножения сортов винограда разных сроков созревания на четырех пассажах

Сорт	Коэффициент размножения				Среднее по пассажирам
	1-й пассаж	2-й пассаж	3-й пассаж	4-й пассаж	
Чиляки красный	1,5	3,2	2,3	2,5	2,4
Ранний кибрайский	1,9	2,7	3,5	1,6	2,4
Сурхак китабский	1,7	2,9	2,1	1,7	2,1
Жемчуг Саба	1,5	2,4	2,1	6,0	3,0
Бобо закир	2,8	3,3	1,8	–	2,6
Фахри	2,1	3,9	2,1	–	2,7
среднее по ранним сортам	1,6	2,6	2	3	
Дили каптар	2,8	2,9	3,7	2,0	2,9
Хусайне белый	3,1	3,1	4,1	2,1	3,1
Победа	1,5	3,2	3,6	2,4	2,7
Думи руба сафед	2,5	2,3	3,5	1,4	2,4
Ризамат	2,7	3,3	2,5	–	2,8
Хурманы кизил	2,4	3,2	3,4	–	3,0
среднее по среднеспелым сортам	2,5	3	3,5	2	
Джаус	3,2	3,1	4,0	1,2	2,9
Сохиби	2,9	3,3	2,1	3,8	3,0
Исписар	2,8	3,3	1,9	–	2,7
Нухурский крупный	1,6	4,0	2,0	–	2,5
Первомайский	1,5	5,7	2,5	–	3,2
Кара полвон	2,2	4,0	2,3	–	3,5
Гузаль кара	4,4	3,3	2,7	–	3,5
среднее по среднепоздним сортам	2,7	3,8	2,5	2,5	
Джанджал кара	1,6	4,4	2,9	3,6	3,1
Тайфи розовый	1,8	2,9	4,0	1,6	2,6
Хусайне красный	3,6	2,3	3,5	–	3,1
среднее по поздним сортам	2,3	3,2	3,5	2,6	
среднее по пассажиру	2,4	3,3	2,8	2,5	

Рост побегообразования отмечен ко второму пассажиру во всех четырех группах сортов. При этом минимальный 2,6 отмечен для ранних сортов и максимальный коэффициент 3,8 для среднепоздних сортов. Значительное увеличение интенсивности размножения отмечено для сорта Первомайский (1,5 и 5,7).

В группе сортов среднего и позднего срока созревания наблюдается стабильный рост коэффициента размножения к третьему и снижение его значения в четвертом пассаже.

Для группы сортов раннего срока созревания пик побегообразования отмечен в четвертом и среднепозднего во втором пассаже.

Результаты среднего значения коэффициента микроразмножения четырех типов эксплантов на всех пассажирах представлены в табл. 2.

Таблица 2. Среднее значение коэффициента размножения на 4 пассажирах по всем типам эксплантов сортов винограда разных сроков созревания

Тип экспланта	Коэффициент размножения				Среднее по пассажирам
	1-й пассаж	2-й пассаж	3-й пассаж	4-й пассаж	
меристема	2,4	3,3	2,9	2,4	2,8
верхушечная почка	2,5	3,3	2,9	2,6	2,8
боковая почка	2,5	3,1	2,9	2,5	2,8
щиток	2,6	3,0	3,0	2,9	2,9
среднее по эксплантам	2,5	3,2	2,9	2,6	

В первом пассаже значение коэффициента варьирует от 2,4 для меристемы до 2,6 – щиток. Значение этого показателя для верхушечной и боковой почки одинаково и равно 2,5.

Пик интенсивности побегообразования для меристемы приходится на второй пассаж – 3,3. Далее наблюдается спад значения до 2,9 в третьем и 2,4 в четвертом пассажирах. Такая же тенденция отмечена для экспланта верхушечная и боковая почка.

Для эксплантов – меристема, верхушечная и боковая почка наблюдается снижение величины коэффициента от второго к четвертому пассажиру. При этом для меристемы он наименьший (2,4), а для щитка наибольший и равен 2,9.

Что касается экспланта щиток, то во втором и третьем пассажах коэффициент побегообразования равен 3,0, а в четвертом 2,9, т.е. интенсивность размножения сохраняется со второго до четвертого пассажа.

Для всех типов эксплантов максимальный коэффициент микроразмножения приходится на второй пассаж, среднее значение составило 3,2.

Заключение

Изучено микрклональное размножение двадцати двух интродуцированных сортов винограда. Среднее значение коэффициента микроразмножения всех исследуемых сортов варьирует от 1,9 (сорт Хусайне красный) до 3,5 (сорт Гузаль кара) и составило 2,7.

Максимальное значение коэффициента микроразмножения для группы сортов винограда раннего срока созревания наблюдается в четвертом пассаже (3,0). Пик побегообразования для сортов винограда среднего и позднего сроков созревания отмечен в третьем пассаже и составил 3,5. Что касается группы сортов винограда среднепозднего срока созревания, то максимальная интенсивность размножения отмечена во втором пассаже – 3,8.

Для сортов данной группы, характеризующихся разными сроками созревания, максимальный коэффициент микроразмножения приходится на второй пассаж, среднее значение составило 3,2.

По всем типам эксплантов среднее значения коэффициента микроразмножения сортов винограда разных групп созревания практически не отличается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошенко, Н. П. Биотехнология – наука и отрасль сельского хозяйства / Н. П. Дорошенко, Л. П. Трошин, Алзубайди Хайдар Клиль Ибрахим // Научный журнал КубГАУ. №116(02). – 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/106.pdf>. – Дата доступа: 30.10.2019.
2. Зленко, В. А. Размножение винограда методами *in vitro*. Ч. 2: Развитие растений *in vitro* и их адаптация к условиям *in vivo* / В. А. Зленко, Л. П. Трошин, И. В. Котиков // Виноград и вино России. – 1998. – № 5. – С. 26–28.
3. Дорошенко, Н. П. Особенности клонального микроразмножения винограда / Н. П. Дорошенко. – Новочеркасск. 2014. – 203с.
4. Литвак, А. И. Культура клеток, тканей и органов винограда *in vitro* / А. И. Литвак, А. П. Кузьменко // Селекция устойчивых форм винограда. – Кишинев. 1982. – С. 116–139.
5. Музыченко, Б. А. Способ микрклонального размножения «ин витро» / Б. А. Музыченко, Н. П. Дорошенко // Виноград. – 1995 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2041609>. – Дата доступа: 01.11.2019.
6. Дорошенко, Н. П. Оптимизация условий клонального микроразмножения винограда / Н. П. Дорошенко // Сельскохозяйственная биология – 1996. – № 5. – С. 28–29.
7. Дорошенко, Н. П. Инновационные направления развития биотехнологии в виноградарстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vinograd.info/stati/stati/innovacionnye-napravleniya-razvitiya-biotehnologii-v-vinogradarstve.html>. – Дата доступа: 17.11.2021.
8. Дорошенко, Н. П., Лузгин Г. В., Карлов А. Ф. Способ размножения винограда *in vitro*. Пат. № 2077192. 1997
9. Трошин, Л. П. Особенности микрклонального размножения интродуцентов и клонов винограда / Л. П. Трошин, Н. И. Медведева, Н. В. Поливарова // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 40. – С. 188–205.
10. Красинская, Т. А. Морфогенез растений-регенерантов сортов винограда в культуре *in vitro* при использовании биологически активных веществ синтетического происхождения / Т. А. Красинская, А. А. Змушко // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2018. – № 2. – С. 95–104.
11. Введение в культуру *in vitro*, размножение и адаптация *ex vitro* комплексно-устойчивых сортов винограда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/338873000_vvedenie_v_kulturu_invitro_razmnozenie_i_adaptacia_exvitro_kompleksno-ustojcivyh_sortov_vinograda/related. – Дата доступа: 17.11.21.
12. Леконцева, Т. Г. Совершенствование технологии размножения винограда *in vitro* / Т. Г. Леконцева, А. В. Фёдоров // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 09 (200). – С. 55–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-200-9-55-62.
13. Энциклопедия виноградарства. Т.1. – Кишинев. Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии, 1986. – 511 с.
14. Сорта винограда [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vinograd.info/sorta/.html> – Дата доступа: 30.12.2021.
15. Сорта винограда Узбекистана / Редкол. М.М.Мирзаев (отв.ред.). – Т.: «Узбекистан». 1974. – 316 с.
16. Энциклопедия виноградарства. Т. 3. Кишинев. Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии. 1986. – 548с.
17. Рубан, Н. Г. Сорта винограда Сроедней Азии / Н. Г. Рубан. – Ташкент. Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1972. – 200 с.
18. Ампелография Узбекистана / Редкол. М.М.Мирзаев [и др.] / Т.: «Узбекистан», 1984. 144с.
19. Ампелография СССР / П. Я.Голодрига (отв. ред.) / Москва. «Легкая и пищевая промышленность». 1984. – 503 с.
20. Ясаулова, Ш. К. Эффективность введения в культуру *in vitro* винограда таджикского сорта / Ш. К. Ясаулова, Х. И.Бободжанова, Н. В. Кухарчик // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 271–278.
21. Murashige T. A. revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Scoog // Physiol. Plant. – 1962. – Vol. 15. – N 3. – P. 473–497.
22. Бободжанова, Х. И. Микрклональное размножение винограда / Х. И. Бободжанова, Н. В. Кухарчик. – Душанбе: «Эр-Граф», 2017. – 32 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ ЗА ПЕРИОД ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

В. А. СЕРДЮКОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
а.г. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013

(Поступила в редакцию 13.01.2022)

В статье представлены результаты исследований определения и установления факторов, влияющих на накопление и изменение биохимических веществ в клубнях картофеля за период длительного хранения (7 месяцев). Описаны метеорологические условия в период вегетации, сыгравшие значимую роль на накопление веществ в клубнях.

Больше всего крахмала накапливают клубни среднепозднего сорта Вектар, следовательно, и сухих веществ – 12,09 и 17,86 % соответственно. Меньше всего крахмала и сухих веществ было у сорта Скарб – 8,83 и 14,48 % соответственно. У клубней сорта Вектар количество редуцирующего сахара было минимальным – 0,87 %, максимальным у сорта Бриз – 2,18 %. Суммарный белок варьировал от 0,84 % (Скарб) до 1,09 % (Бриз). За период длительного хранения содержание витамина С уменьшилось от 4,20 мг% (Скарб) до 7,10 мг% (Рагнеда). Накопление и содержание нитратов в клубнях картофеля варьировало от 158,25 до 278,80 мг/кг у сортов Вектар и Бриз соответственно.

Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада при длительном хранении ведет к снижению в клубнях крахмала, сухих веществ и суммарного белка на 0,10 %, 0,12 и 0,01 % соответственно. Повышается количество редуцирующего сахара на 0,31 %, витамина С – 0,16 мг% и нитратов на 3,54 мг/кг.

Влияние способа хранения на изменение количества биохимических веществ в клубнях картофеля не установлено. При хранении картофеля насыпью в клубнях повышался крахмал на 0,05 %, сухие вещества – 0,08 %, редуцирующий сахар – 0,04 % и витамин С на 0,54 мг%. Суммарный белок и нитраты снизились на 0,03 % и 24,12 мг/кг соответственно.

Накопление и изменение за период длительного хранения крахмала, редуцирующего сахара и суммарного белка в клубнях картофеля является сортовой особенностью, с долей влияния фактора «А» – 41,51 %, 54,19 и 69,98 % соответственно. Количество крахмала также зависело от взаимодействия факторов А:D (сорт: год) на 25,47 %. Накопление сухих веществ в клубнях зависело от сортовой особенности и условий выращивания на 43,66 и 44,02 % соответственно. Содержание в клубнях витамина С и нитратов существенно формировалось за счёт условий года (фактор «D») с долей влияния 65,81 и 66,55 % соответственно.

Ключевые слова: картофель, сорт, клубень, условия и способ хранения, биохимические вещества.

The article presents results of studies on the determination and establishment of factors affecting the accumulation and change of biochemical substances in potato tubers during a long-term storage period (7 months). The meteorological conditions during the growing season, which played a significant role in the accumulation of substances in tubers, are described.

Most of the starch is accumulated by the tubers of the medium-late Vektar variety, and, consequently, dry matter – 12.09 and 17.86 %, respectively. The Skarb variety had the least amount of starch and dry matter – 8.83 and 14.48 %, respectively. In tubers of variety Vektar, the amount of reducing sugar was minimal – 0.87 %, the maximum in variety Briz – 2.18 %. The total protein varied from 0.84 % (Skarb) to 1.09 % (Briz). During the period of long-term storage, the content of vitamin C decreased from 4.20 mg% (Skarb) to 7.10 mg% (Ragneda). Accumulation and content of nitrates in potato tubers varied from 158.25 to 278.80 mg/kg in varieties Vektar and Briz, respectively.

The use of active ventilation systems of the fifth technological mode during long-term storage leads to a decrease in starch, dry matter and total protein in tubers by 0.10 %, 0.12 and 0.01 %, respectively. The amount of reducing sugar increases by 0.31 %, vitamin C – by 0.16 mg% and nitrates by 3.54 mg/kg.

The influence of storage method on changes in the amount of biochemical substances in potato tubers has not been established. When potatoes were stored in bulk in tubers, starch increased by 0.05%, dry matter – by 0.08 %, reducing sugar – by 0.04 % and vitamin C by 0.54 mg%. Total protein and nitrates decreased by 0.03 % and 24.12 mg/kg, respectively.

The accumulation and change over the period of long-term storage of starch, reducing sugar and total protein in potato tubers is a varietal feature, with the share of influence of factor «A» of 41.51 %, 54.19 and 69.98 %, respectively. The amount of starch also depended on the interaction of factors A:D (variety: year) by 25.47 %. The accumulation of dry matter in tubers depended on the varietal characteristics and growing conditions by 43.66 and 44.02 %, respectively. The content of vitamin C and nitrates in tubers was significantly formed due to the conditions of the year (factor «D») with an influence share of 65.81 and 66.55 %, respectively.

Key words: potato, variety, tuber, storage conditions and method, biochemical substances.

Введение

Биохимические показатели картофеля зависят от многих факторов: почвенно-климатических условий, сортовых особенностей, агротехники выращивания, типа почвы, доз применяемых удобрений, условий хранения [1, 2].

Качество продовольственного картофеля во многом зависит от содержания сухих веществ [3]. В. Бертон [4], С. М. Прокошев [5] отмечали, что на их содержание в клубнях картофеля оказывают влияние сорт и условия года. Строгой зависимости по всем сортам между скороспелостью и накоплением сухих веществ не наблюдается. Потери сухих веществ в сильной степени зависят от температуры, влажности и движения воздуха. В опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по

картофелеводству и плодоовощеводству» потери сухих веществ при хранении картофеля в течение семи месяцев составили не более 3,11 %. Такие низкие потери обусловлены низкой температурой хранения в основной период [7].

Крахмал в клубнях составляет основную часть сухого вещества (70–80 %), поэтому по данному показателю на первом месте стоят те же сорта, что и по сухому веществу [6–8].

Редуцирующие сахара в клубнях картофеля в основном представлены глюкозой и фруктозой, в незначительном количестве содержится мальтоза. Накопление их в клубнях сильно колеблется в зависимости от сорта, агротехники и условий года [7]. Важнейшим факторам, определяющим изменения биохимических веществ в период длительного хранения, является температура. Сахар быстро накапливается при температуре, близкой к нулю, а при её повышении значительная часть сахара переходит в крахмал [7].

Белок картофеля относится к группе глобулинов, растворимых в разбавленных растворах нейтральных солей. Обычно считается, что накопление его в картофеле не превышает в среднем около 2 %, но имеются сорта с более низким и высоким уровнем белка [6]. Содержание белка в клубнях сильно зависит от сорта и условий года [4, 5]. Во время зимнего хранения происходят незначительные изменения содержания белка в клубнях, который к концу хранения достигает первоначального уровня [7].

В клубнях картофеля накапливаются следующие витамины: аскорбиновая (витамин С), аневрин (витамин В₁), рибофлавин (витамин В₂), никотиновая кислота (витамин РР), пиридоксин (витамин В₆), пантотеновая кислота (витамин В₃) и в небольшом количестве – каротин (провитамин А) [6, 7]. С. М. Прокошев [4] отмечал, что никакие продукты растительного или животного происхождения не могут сравниться с картофелем по обеспеченности витамином С. По данным литературных источников [6], содержание этого вещества в клубнях картофеля колеблется в пределах от 4 до 40 мг на 100 г, в отдельных случаях достигает 50 мг. В процессе хранения количество витамина С обычно уменьшается. Особенно больше всего теряется в начале хранения [7].

Содержание нитратов в клубнях картофеля непосредственно определяет качество продовольственного картофеля и зависит от сортовых особенностей и почвенно-климатических условий в период вегетации. Скороспелость сорта определяет уровень накопления нитратов. Большее содержание их в раннем картофеле определяется его биологией, так как их количество снижается в процессе вегетации за счёт связывания с вновь образующимися углеводами. За период длительного хранения количество нитратов в клубнях снижается [7].

Таким образом, целью наших исследований было определить влияние факторов (сорт, условия и способ хранения, условия года и их взаимодействие) на изменение биохимических показателей в клубнях продовольственного после 7 месяцев длительного хранения.

Основная часть

Исследования проводились в лабораториях технологий производства и хранения картофеля (полевые опыты, отбор образцов, анализ и статистическая обработка данных) и биохимической оценки картофеля (выполнение лабораторных анализов) РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2017–2020 гг.

В качестве объектов исследований использовались сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: среднеранней – Бриз, среднеспелой – Скарб, среднепоздней – Рагнеда и Вектар.

Предметом исследования были биохимические показатели клубней продовольственного картофеля (крахмал, сухое вещество, редуцирующие сахара, витамин С, суммарный белок и нитраты).

Проведен четырёхфакторный опыт:

фактор А – сорт (Бриз, Скарб, Рагнеда и Вектар);

фактор В – условия хранения, ТХ: (ТХ-1 – применение систем вентилирования пятого технологического уклада (оборудованы центробежными вентиляторами), ТХ-2 – применение систем вентилирования 3–4-го технологических укладов (оборудованы осевыми вентиляторами));

фактор С – способ хранения, СХ (насыпью, контейнерный);

фактор D – год (условия года).

Технология возделывания была общепринятой при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [9].

В качестве предшествующей культуры в технологическом севообороте использовали озимый рапс на зерно с последующей запашкой пожнивных остатков в почву.

Посадку выполняли, когда температура почвы на глубине заделки клубней прогревалась до 6–8 °С. Минеральные удобрения вносились из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. – фосфора (суперфосфат двойной) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Убирали картофель механизировано с отбором опытного материала, последующей их закладкой на хранение согласно схеме исследований.

Почва технологического севооборота, где проводились исследования, обладала хорошим почвенным плодородием. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в 2019 году составило 220,30 и 276,30 мг/кг соответственно, что ниже по сравнению с другими годами, меди в 2017 г. – 2,80 мг/кг и 2018 г. – 2,20, а также цинка 2,68 и 1,59 мг/кг соответственно. В 2018 году марганца в почве было 8,60 мг/кг, что ниже, чем в другие годы исследований. Высокая почвенную кислотность была по всем годам исследований, табл. 1.

Таблица 1. **Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы (Самохваловичи Минского района), 2017–2019 гг.**

Показатели	Единица измерения	2017 г.	2018 г.	2019 г.	\bar{x}
Гумус	%	2,11	1,98	2,22	2,10
pH _{KCl}	–	4,80	4,40	3,40	4,20
P ₂ O ₅	мг/кг	338,60	419,20	220,30	326,03
K ₂ O	мг/кг	436,00	387,60	276,30	366,63
Cu, медь	мг/кг	2,80	2,20	7,10	4,03
B, бор	мг/кг	1,56	2,82	3,10	2,49
Zn, цинк	мг/кг	2,68	1,59	6,80	3,69
Mn, марганец	мг/кг	15,70	8,60	16,50	13,60
Mg, магний	мг/кг	8,16	5,49	5,31	6,32

Примечание. \bar{x} – среднее значение.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были нестабильными и контрастными как по годам, так и в период вегетации, что позволило достоверно оценить влияние условий выращивания на биохимические показатели клубней столового картофеля.

Температура воздуха в апреле 2017 года составила +6,2 °С, что ниже климатической нормы. В целом за месяц выпало 44 мм осадков (около 1,3 месячной нормы). Май и июнь характеризовались неустойчивым температурным режимом. Средняя температура воздуха за июль составила +18,2 °С. Дожди носили в основном кратковременный характер и наблюдались часто. Первая и вторая декады августа были теплыми, третья с пониженной температурой. Дожди в августе носили в основном кратковременный характер и отмечались часто. В сентябре среднесуточная температура воздуха была на 0,9 °С выше от среднемноголетней и составила 14,2 °С. Количество выпавших осадков было в норме – 59,0 мм.

В апреле 2018 года среднесуточная температура воздуха была 10,4 °С, что на 3,2 °С выше климатической нормы. Осадков выпало 45 мм. Май характеризовался повышенным температурным режимом и дефицитом влаги. Среднемесячная температура воздуха за май составила +17,1 °С. Средняя температура воздуха за июнь составила +20,8 °С, что выше климатической нормы на 3,4 °С. Осадков выпало 49 мм, что на 33 % меньше среднемноголетнего количества. Июль выдался теплым, среднемесячная температура воздуха составила +19,7 °С. За месяц выпало 153 мм осадков, что составило 175 % климатической нормы. В августе преобладала теплая погода. Средняя за месяц температура воздуха составила +19,8 °С. Всего выпало 49 мм осадков. Среднесуточная температура воздуха в сентябре была +15,5 °С, что на 3,5 °С выше климатической нормы. Дожди отмечались чаще в третьей декаде месяца. В целом за месяц выпало 45 мм осадков (месячная норма).

Апрель 2019 года характеризовался дефицитом влаги и неустойчивым температурным режимом. Средняя за месяц температура воздуха составила +8,5 °С, и выпало всего 4 мм осадков. В мае преобладала холодная погода, средняя за месяц температура воздуха составила +13,8 °С. В целом за месяц выпало 65 мм осадков. Средняя за июнь температура воздуха составила +20,7 °С, что на 3,3 °С выше климатической нормы. За месяц выпало всего 56,4 мм (69 % месячной нормы). Средняя температура воздуха за июль составила +16,6 °С, а количество осадков – 76 мм (87 % нормы). Среднесуточная температура воздуха в августе была +17,7 °С, и выпало 101,4 мм (130 % месячной нормы) осадков. Сентябрь характеризовался теплой погодой в первой половине и преобладанием холодной погоды во второй половине месяца. Средняя за месяц температура воздуха составила +12,9 °С. В целом за месяц отмечено 43 мм (73 % месячной нормы) осадков.

После уборки, отбора материала и закладки стационарных исследований по хранению, клубни проходили лечебный период с соблюдением температурно-влажностного режима согласно данному периоду, в течение 15–18 дней. После лечебного периода клубни ежедневно охлаждались (период охлаждения) на 0,5–1,0 °С до оптимальной температуры хранения. Температура основного периода хранения поддерживалась в интервале 3–5 °С и ОВВ 85–95 %, согласно вариантам исследований. Температура хранящегося продукта и ОВВ контролировались автоматически и ежедневно.

Проведение наблюдений, учетов и анализов опытного материала выполняли согласно «Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля» [10]. Экспериментальные данные обработаны программой Statistica 10.

В лаборатории биохимической оценки картофеля определяли биохимические показатели клубней картофеля после уборки: содержание сухого вещества определяли термостатно-весовым методом, витамина С – по Мурри, нитратов – ионоселективным методом [11], суммарного белка – с реактивом Оранж «Ж» [12], редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера [13].

Изменению биохимических веществ в клубнях продовольственного картофеля необходимо уделять особое внимание, так как длительное хранение может кардинально изменить их количество, следовательно, и направление использования картофеля, например при использовании его для переработки на картофелепродукты.

Проведенная оценка влияния факторов сорт, технология и способ хранения, условия года на изменение биохимических веществ в клубнях картофеля различных групп спелости, табл. 2.

В результате проведенных исследований 2017–2020 гг. при выращивании сортов картофеля с шириной междурядий 75 см установлено, что больше всего крахмала накапливают клубни среднепозднего сорта Вектар, следовательно, и сухих веществ – 12,09 и 17,86 % соответственно. Самый низкий уровень содержания крахмала и сухих веществ был у сорта Скарб – 8,83 и 14,48 % соответственно. Статистически достоверную разность по содержанию крахмала и сухих веществ была между сортами Скарб, Рагнеда и Вектар. У клубней сорта Вектар количество редуцирующих сахаров было минимальным – 0,87 %, максимальным у сорта Бриз – 2,18 %. Количество сахаров у сортов Скарб и Рагнеда близки, статистически достоверной разницы не установлено. Суммарный белок варьировал от 0,84 % (Скарб) до 1,09 % (Бриз). Его количество было одинаковым у сортов Скарб и Рагнеда. За период длительного хранения содержание витамина С уменьшилось у всех сортов. Снижение его варьировало от 4,20 мг% (Скарб) до 7,10 мг% (Рагнеда). У клубней сортов Бриз, Скарб и Вектар количество витамина С уменьшилось в пределах 4,20–4,92 мг%. Накопление и содержание нитратов в клубнях картофеля варьировало от 158,25 до 278,80 мг/кг у сортов Вектар и Бриз соответственно. Количество нитратов у клубней сортов Скарб, Рагнеда и Вектар находилось на одном уровне, и не превышало ПДК, у сорта Бриз отмечено его превышение.

Закономерности влияния использования систем вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) на изменение биохимических показателей в клубнях картофеля не установлено. В клубнях сортов Бриз и Вектар повышалось количество крахмала на 0,35 и 0,20 %, у сортов Скарб и Рагнеда – понижалось на 0,35 и 0,61 % соответственно, что характерно и для сухих веществ. Независимо от сорта, количество редуцирующих сахаров изменялось от 0,01 % (Вектар) до 0,52 % (Скарб). Применение данного оборудования вело к повышению в клубнях суммарного белка у сортов Скарб и Вектар на 0,03 и 0,01 % соответственно. Белок снижался у сортов Бриз и Рагнеда на 0,05 и 0,02 % соответственно. Увеличение витамина С было у сортов Бриз (1,30 мг%) и Рагнеда (0,03 мг%), а снижение – у сортов Скарб (1,18 мг%) и Вектар (0,82 мг%). В условиях ТХ-1 независимо от способа хранения количество нитратов как снижалось у сортов Бриз и Вектар на 1,95 и 0,44 мг/кг, так и повышалось на 7,82 (Скарб) и 8,71 мг/кг (Рагнеда) по сравнению с условиями ТХ-2.

Независимо от сорта, способа хранения и условий года применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) вело к снижению в клубнях крахмала на 0,10 %, сухого вещества – 0,12 % и суммарного белка на 0,01 %, и повышению количество редуцирующих сахаров на 0,31 %, витамина С – 0,16 мг% и нитратов на 3,54 мг/кг.

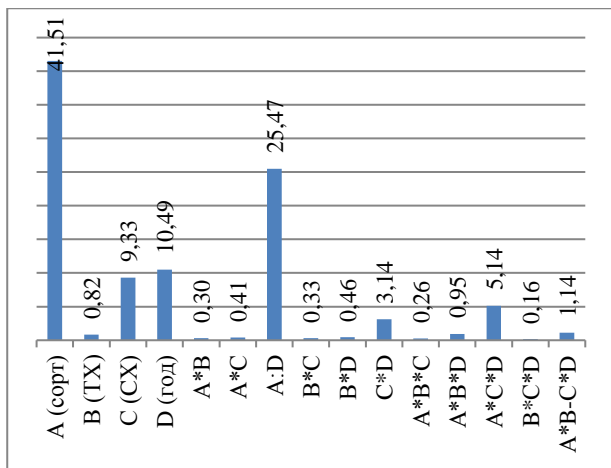
Чёткой закономерности влияния способа хранения на изменение количества биохимических веществ в клубнях картофеля не установлено. При хранении картофеля насыпью в клубнях повышается крахмал, сухое вещество, редуцирующий сахар и витамин С на 0,05 %, 0,08, 0,04 % и 0,54 мг% соответственно. Снижался суммарный белок и нитраты на 0,03 % и 24,12 мг/кг соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сортовых особенностей, условий и способов хранения, условий года на биохимические вещества в клубнях картофеля, за период длительного хранения 2017–2020 гг.

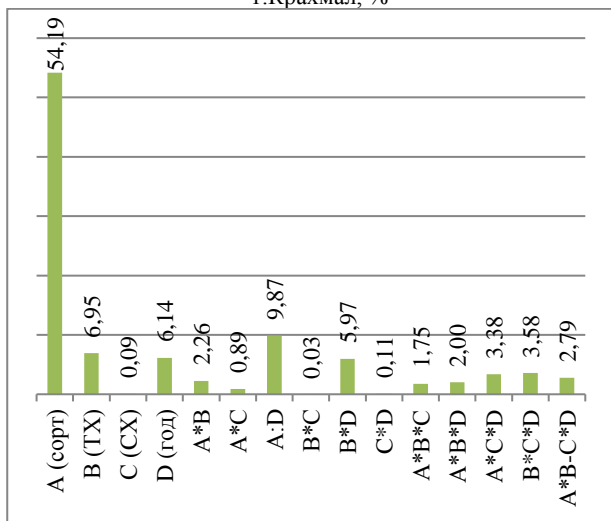
Фактор			Показатель					
Сорт (А)	ТХ (В)	СХ (С)	крахмал, %	сухое вещество, %	редуцирующие сахара, %	суммарный белок, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг
Бриз	*		9,27	15,00	0,91	0,94	15,43	277,30
	1	Н	9,63	15,37	2,43	1,05	12,45	259,30
		К	9,28	15,00	2,37	1,08	10,22	296,35
	2	Н	8,83	14,56	2,14	1,14	9,67	261,71
		К	9,38	15,13	1,77	1,10	10,40	297,85
\bar{X} по сорту			9,28	15,02	2,18	1,09	10,69	278,80
Скарб	*		9,23	14,90	0,41	0,80	13,97	178,97
	1	Н	8,35	13,96	2,17	0,87	10,11	170,26
		К	8,96	14,58	1,85	0,85	8,25	168,97
	2	Н	8,83	14,54	1,39	0,78	10,13	159,66
		К	9,19	14,84	1,59	0,87	10,59	163,94
\bar{X} по сорту			8,83	14,48	1,75	0,84	9,77	165,71
Рагнеда	*		11,20	17,00	0,33	0,85	17,33	197,20
	1	Н	10,80	16,56	1,65	0,82	10,62	147,57
		К	10,04	15,80	1,91	0,85	9,88	205,09
	2	Н	10,88	16,66	1,42	0,84	10,10	175,02
		К	11,17	16,92	1,40	0,88	10,33	160,22
\bar{X} по сорту			10,72	16,49	1,60	0,85	10,23	171,98
Вектар	*		12,03	17,67	0,41	0,92	15,03	200,97
	1	Н	12,61	18,44	0,85	0,99	10,13	129,75
		К	11,97	17,73	0,90	1,00	9,27	186,35
	2	Н	12,34	18,13	0,89	0,95	10,52	149,78
		К	11,83	17,58	0,84	1,03	10,51	167,20
\bar{X} по сорту			12,19	17,97	0,87	0,99	10,11	158,27
\bar{X} по ТХ-1			10,21	15,93	1,77	0,94	10,12	195,46
\bar{X} по ТХ-2			10,31	16,05	1,43	0,95	10,28	191,92
\bar{X} по СХ-н			10,28	16,03	1,62	0,93	10,47	181,63
\bar{X} по СХ-к			10,23	15,95	1,58	0,96	9,93	205,75
НСР _{0,05}	фактор А		0,79	0,80	0,22	0,04	1,25	55,53
	фактор В		0,70	0,72	0,21	0,04	0,89	42,23
	фактор С		0,70	0,72	0,22	0,04	0,88	42,05
	А:В:С:Д		1,62	1,64	0,41	0,07	2,52	114,84

* – биохимические показатели перед закладкой на длительное хранение; ТХ – технология хранения, СХ – способ хранения.

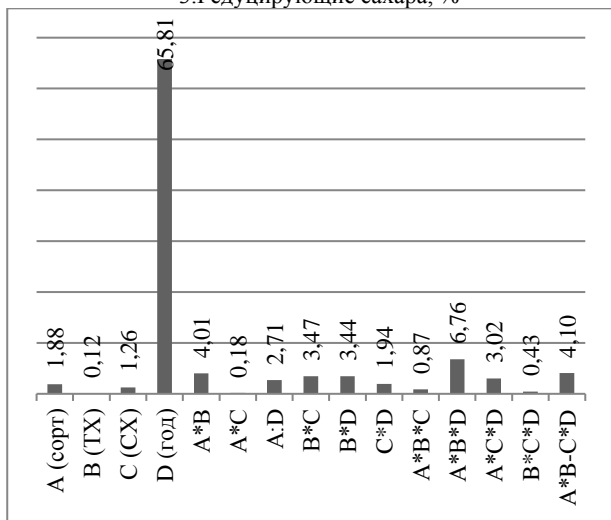
Для более детального и точного установления влияния изучаемых факторов (сорт, условия и способ хранения, год) на биохимические вещества в клубнях продовольственного картофеля и их изменения за период длительного хранения был проведен дисперсионный анализ, который включал в себя исследуемые факторы и их взаимодействие (рис., гистограммы 1–6).



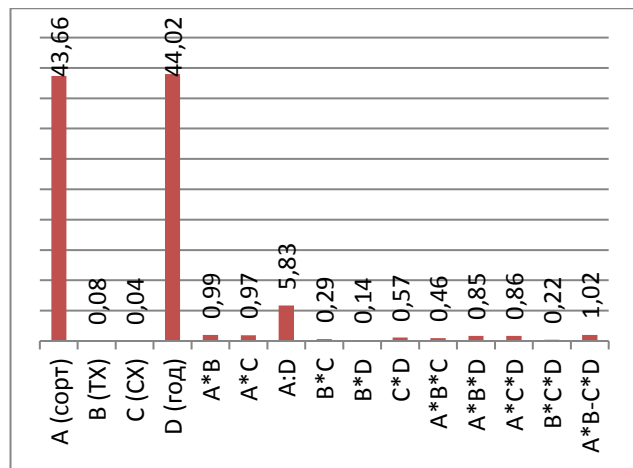
1. Крахмал, %



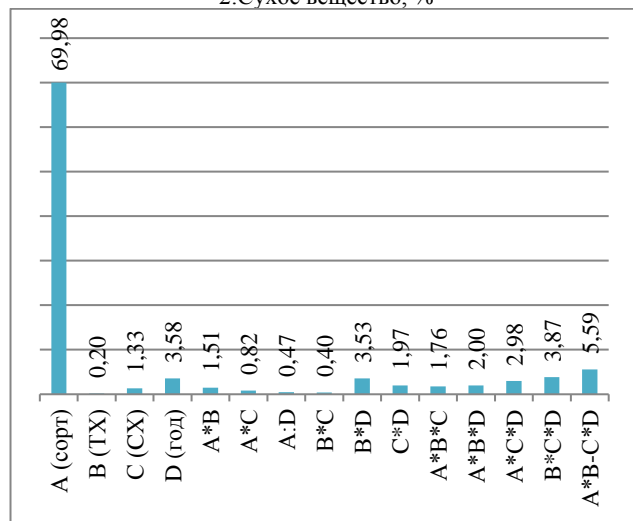
3. Редуцирующие сахара, %



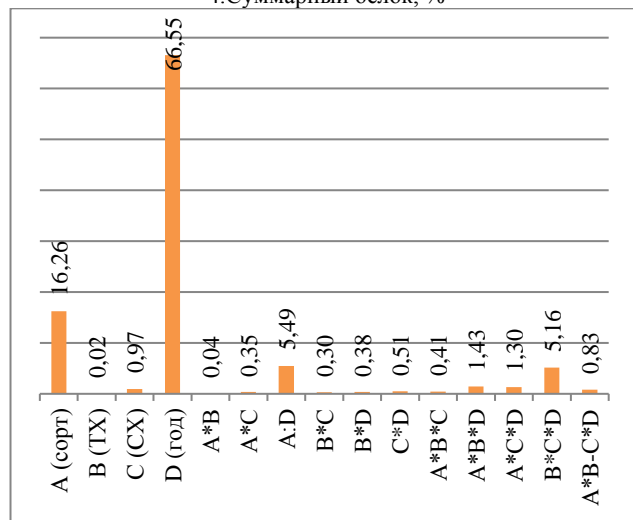
5. Витамин С, мг%



2. Сухое вещество, %



4. Суммарный белок, %



6. Нитраты, мг/кг

Рис. Влияние изучаемых факторов (сорт, условия и способ хранения, год, и их взаимодействие) на накопление и изменение биохимических веществ в клубнях картофеля, 2017–2020 гг.

Дисперсионным анализом установлено, что в среднем за годы исследований содержание в клубнях крахмала было сортовой особенностью, с долей влияние данного фактора 41,51 %. Существенное влияние на изменение крахмала зависело от взаимодействия факторов A:D (сорт и год) – 25,47 %.

Менее значимое влияние оказали факторы С и D с долей влияния 9,33 и 10,49 % соответственно. Влияние фактора В было не значительно. Накопление сухих веществ в клубнях непосредственно зависело от сорта (А) и условий года (D), доля влияния этих факторов составила 43,66 и 44,02 % соответственно. Содержание в клубнях редуцирующих сахаров и суммарного белка зависело только от сортовой особенности (фактор «А») с долей влияния 54,19 и 69,98 % соответственно. Влияние других факторов было менее значимо. Следовательно, накопление, содержание и изменение этих элементов непосредственно зависело от сортовой особенности (биологии сорта). На содержание в клубнях витамина С и нитратов существенное влияние оказывают метеорологические условия в период вегетации (фактор D «год») с долей влияния 65,81 и 66,55 % соответственно. Необходимо отметить, что накопление нитратов также зависело от фактора «А» на 16,26 %. Влияние других факторов на формирование этих веществ было незначительно.

Заключение

1. Больше всего крахмала накапливают клубни среднепозднего сорта Вектар, следовательно, и сухих веществ – 12,09 и 17,86 % соответственно. Меньше всего крахмала и сухих веществ было у сорта Скарб – 8,83 и 14,48 % соответственно. У клубней сорта Вектар количество редуцирующего сахара было минимальным – 0,87 %, максимальным у сорта Бриз – 2,18 %. Суммарный белок варьировал от 0,84 % (Скарб) до 1,09 % (Бриз). За период длительного хранения содержание витамина С уменьшилось от 4,20 мг% (Скарб) до 7,10 мг% (Рагнеда). Накопление и содержание нитратов в клубнях картофеля варьировало от 158,25 до 278,80 мг/кг у сортов Вектар и Бриз соответственно.

2. Применение систем активного вентилирования пятого технологического уклада при длительном хранении ведет к снижению в клубнях крахмала, сухих веществ и суммарного белка на 0,10 %, 0,12 и 0,01 % соответственно. Повышается количество редуцирующего сахара на 0,31 %, витамина С – 0,16 мг% и нитратов на 3,54 мг/кг.

3. Влияние способа хранения на изменение количества биохимических веществ в клубнях картофеля не установлено. При хранении картофеля насыпью в клубнях повышался крахмал на 0,05 %, сухие вещества – 0,08 %, редуцирующий сахар – 0,04 % и витамин С на 0,54 мг%. Суммарный белок и нитраты снизились на 0,03 % и 24,12 мг/кг соответственно.

4. Накопление и изменение за период длительного хранения крахмала, редуцирующего сахара и суммарного белка в клубнях картофеля является сортовой особенностью, с долей влияния фактора «А» – 41,51 %, 54,19 и 69,98 % соответственно. Количество крахмала также зависело от взаимодействия факторов А:D (сорт: год) на 25,47 %. Накопление сухих веществ в клубнях зависело от сортовой особенности и условий выращивания на 43,66 и 44,02 % соответственно. Содержание в клубнях витамина С и нитратов существенно формировалось за счёт условий года (фактор «D») с долей влияния 65,81 и 66,55 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов, М. В. Перевозка и хранение картофеля / М. В. Антонов. – М.: Экономика, 1965. – 207 с.
2. Коршунов, А. В. Управление урожаем и качеством картофеля / А. В. Коршунов. – М., 2001. – С. 369.
3. Жоровин, Н. А. Потребительские качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Минск, 1963. – 120 с.
4. Бертон, В. Картофель / В. Бертон // Пер. с англ. В. Н. Чепкасова. – М.: Изд-во ЛЛ. – 1952. – С. 52–67.
5. Прокошев, С. М. Биохимия картофеля / С. М. Прокошев. – М., Изд-во АН СССР, 1947. – 242 с.
6. Картофель / под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1972. – 448 с.
7. Сокол, П. Ф. Хранение картофеля / П. Ф. Сокол. – М., Сельхозиздат, 1963. – 256 с.
8. Кирюхин, В. П. Накопление крахмала в растущих клубнях / В. П. Кирюхин // Картофель и овощи. – 1989. – № 11. – С. 17–19.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.
10. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
11. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин [и др.]; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
12. Методы биохимического исследования растений / В. В. Арасимович [и др.]; под ред. А. И. Ермакова. – М.: Колос, 1987. – 456 с.
13. Luchhisinger, W. W. Reducing power by the dinitrosallycyl acid method / W. W. Luchhisinger, B. A. Corneski // Anal. Bbiochem. – 1962. – № 4. – P. 346.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Л. А. БУЛАВИН, А. П. ГВОЗДОВ, Д. Г. СИМЧЕНКОВ, В. Д. КРАНЦЕВИЧ,
М. А. БЕЛАНОВСКАЯ, С. А. ПЫНТИКОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: izis@tyt.by

А. В. ЛЕНСКИЙ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: info@belagromech.by

(Поступила в редакцию 17.01.2022)

В статье изложены результаты исследований по оценке экономической эффективности различных способов и сроков основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в условиях Центральной зоны Беларуси. Установлено, что при возделывании в этом регионе кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве после ярового рапса и внесении навоза (60 т/га), минеральных удобрений ($N_{60+60}P_{60}K_{120}$) урожайность зерна этой культуры в условиях 2016 г. в зависимости от способов и сроков проведения основной обработки почвы изменялась в пределах 94,6–102,3 ц/га, в 2017 г. – 58,5–67,4 ц/га, в 2018 г. – 118,3–125,9 ц/га, а в среднем за период исследований 91,2–97,7 ц/га. Это свидетельствует о том, что под влиянием погодных условий изменение указанного выше показателя составляли 23,1–102,2 %, а изучаемых способов и сроков обработки почвы – 6,4–15,2 %. Максимальный экономический эффект был получен при использовании в севообороте комбинированной обработки почвы с чередованием по годам вспашки и чизелевания. В этом случае чистый доход составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость зерна – 9,87 у.е./ц. В сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход при этом увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 %, а себестоимость зерна уменьшилась на 0,28 у.е./ц. Самый низкий экономический эффект получен при возделывании кукурузы по весновспашке, что снижало в сравнении с традиционной обработкой почвы чистый доход на 41,45 у.е./га, рентабельность – на 4,12 % при повышении себестоимости зерна на 0,31 у.е./ц.

Ключевые слова: кукуруза, обработка почвы, урожайность, экономическая эффективность.

The article presents results of studies on the evaluation of economic efficiency of various methods and terms of the main tillage in the cultivation of corn for grain in the conditions of the Central zone of Belarus. It has been established that when corn is cultivated in this region on soddy-podzolic sandy loamy soil after spring rapeseed and application of manure (60 t/ha) and mineral fertilizers ($N_{60+60}P_{60}K_{120}$), the grain yield of this crop in the conditions of 2016, depending on the methods and timing of carrying out the main tillage varied within 9.46–10.23 t/ha, in 2017 – 5.85–6.74 t/ha, in 2018 – 11.8–12.59 t/ha, and on average for the period of research 9.12–9.77 t/ha. This indicates that under the influence of weather conditions, the change in the above indicator was 23.1–102.2 %, and in the studied methods and terms of tillage – 6.4–15.2 %. The maximum economic effect was obtained when using combined tillage in crop rotation with alternating plowing and chiselling over the years. In this case, net income amounted to 418.43 USD/ha, profitability – 44.63 %, grain cost – 98.7 USD/t. In comparison with conventional moldboard tillage, net income increased by 25.9 USD/ha, profitability – by 4.07 %, and the cost of grain decreased by 2.8 USD/t. The lowest economic effect was obtained when corn was cultivated by spring plowing, which, compared to traditional tillage, reduced net income by 41.45 USD/ha, profitability by 4.12 % with an increase in the cost of grain by 3.1 USD/t.

Key words: corn, tillage, productivity, economic efficiency.

Введение

Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которой принадлежит значительная роль в регулировании основных факторов жизни растений и формировании их урожайности. Этот агроприем оказывает существенное влияние на физические, водно-воздушные, биологические и агрохимические свойства пахотного горизонта, а также на фито-санитарное состояние посевов [4].

Традиционная обработка почвы, основанная на ежегодном проведении вспашки, требует значительных затрат топлива и рабочего времени, что не позволяет в условиях производства провести ее в полном объеме в оптимальные сроки. Это способствует увеличению засоренности посевов и распространности корневых гнилей, спорыньи, а также таких видов вредителей как проволочник, тля, листоед и т.д. [12]. При этом существенно снижается интенсивность микробиологических процессов в почве по минерализации растительных остатков для питания растений [4].

Отвальная обработка почвы наряду с высокой затратностью способствует усилению водной и ветровой эрозии. В этом случае отмечается также деградация гумуса, обеструктуривание, декарбонизация почвы, несбалансированность агрономически значимых химических и физических ее свойств, потеря биогенности и т. д., что оказывает негативное влияние на уровень продуктивности пашни. По-

этому во многих странах мира в настоящее время проводятся исследования по изучению возможности минимализации обработки почвы при возделывании основных сельскохозяйственных культур [5]. Установлено, что совершенствование системы обработки почвы в севообороте в результате замены под отдельные культуры отвальной вспашки безотвальной и мелкой обработкой позволяет в сравнении с ежегодной вспашкой сократить расход топлива на проведение этой технологической операции не менее чем на 10–30 %, сдерживать эрозию почвы и минерализацию гумуса, сохранить или увеличить продуктивность возделываемых культур [11].

Для производства в требуемом объеме кормов в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2021 г. составила в республике 1124,0 тыс. га, в т.ч. на силос – 854,0 тыс. га, на зерно – 270,0 тыс. га. В настоящее время кукуруза выращивается на зеленую массу и зерно практически во всех регионах Беларуси, которые существенно различаются по почвенно-климатическим условиям. При этом необходимо отметить, что влияние обработки почвы на урожайность зерна этой культуры изучалось лишь в Южной зоне республики [10]. В Центральной зоне Беларуси исследовалось влияние этого агроприема только при возделывании кукурузы на зеленую массу [9,13]. Это свидетельствует о том, что представляется актуальным дальнейшее изучение эффективности обработки почвы при возделывании кукурузы в конкретных условиях произрастания с учетом вида выращиваемой продукции.

Основная часть

В 2016–2018 гг. изучали влияние способов и сроков проведения основной обработки почвы на урожайность зерна кукурузы. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, P_2O_5 – 303–314 мг/кг, K_2O – 289–301 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,9–6,3) в стационарном полевом опыте, представляющем развернутый во времени 7-польный плодосменный севооборот со следующим чередованием культур: люпин узколистный на зерно – озимое тритикале – яровой рапс – кукуруза – ячмень + клевер – клевер 1 г.п. – озимая пшеница. Технология возделывания кукурузы за исключением изучаемых факторов проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [8]. После уборки предшественника кукурузы и лущения стерни вносили фосфорно-калийные удобрения ($P_{60}K_{120}$) и навоз (60 т/га), а затем в соответствии со схемой опыта проводили основную обработку почвы. Вспашку проводили плугом ППП-3-40, безотвальную обработку (чизелевание) – культиватором КЧ-5,1, мелкую обработку (дискование) – дискатором АДН-4, глубокое рыхление – глубокорыхлителем ПРПВ-5-50В (тип «параплау»). Весной под предпосевную культивацию вносили азотные удобрения (N_{60}). Кукурузу высевали в конце третьей декады апреля. В фазу 2-3 листа этой культуры вносили гербицид Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). В фазу 5 листьев кукурузы проводили азотную подкормку (N_{60}). Общая площадь делянки 120 м² (24×5), учетная – 92 м² (23×4), повторность 3-кратная.

Различия по погодным условиям в годы исследований оказывали существенное влияние на уровень урожайности кукурузы. Так, в условиях 2016 г. урожайность зерна этой культуры в зависимости от способов и сроков проведения основной обработки почвы изменялась в пределах 94,6–102,3 ц/га, в 2017 г. – 58,5–67,4 ц/га, в 2018 г. – 118,3–125,9 ц/га. Это свидетельствует о том, что под влиянием погодных условий изменения указанного выше показателя составляли 23,1–102,2 %, а изучаемых способов и сроков обработки почвы – 6,4–15,2 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние способов и сроков основной обработки почвы на урожайность зерна кукурузы, ц/га [2]

Способ обработки почвы	Урожайность кукурузы, ц/га				± к контролю	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	средняя	ц/га	%
Общепринятая	98,3	63,0	124,7	95,3	–	–
Чизельная (100%)	96,6	60,5	121,4	92,8	-2,5	-2,6
Мелкая (100%)	95,0	61,5	118,3	91,6	-3,7	-3,9
Комбинированная (50% чизельная)	97,9	62,5	124,7	95,0	-0,3	-0,3
Комбинированная (50% мелкой)	98,5	63,1	122,0	94,5	-0,8	-0,8
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	99,9	67,4	125,9	97,7	2,4	2,5
Чизельная с подпочвенным рыхлением	102,3	61,5	120,0	94,6	-0,7	-0,7
Лущение + поздняя вспашка (15.Х.)	97,1	62,3	120,5	93,3	-2,0	-2,1
Поздняя вспашка (15.Х.)	95,3	61,4	120,7	92,5	-2,8	-2,9
Лущение + весновспашка	95,1	62,0	119,2	92,1	-3,2	-3,4
Весновспашка	94,6	61,5	120,6	92,2	-3,1	-3,3
Чизельная осенью + чизельная весной	95,4	58,5	119,7	91,2	-4,1	-4,3
НСР ₀₅	4,8	4,9	13,4			

Примечание: Подпочвенное рыхление проводили на глубину 45 см под 1-ю и 4-ю культуры севооборота (люпин узколистный и кукуруза) после основной обработки почвы.

Установлено, что урожайность зерна кукурузы, которую возделывали на фоне ежегодно проводимой в севообороте общепринятой отвальной обработки почвы (лушение стерни + вспашка), составила в среднем за 2016–2018 гг. 95,3 ц/га. В вариантах, где на протяжении всего периода исследований в севообороте проводили безотвальную (чизелевание) или мелкую (дискование) обработку почвы, этот показатель был равен соответственно 92,8 и 91,6 ц/га, т.е. снижался на 2,5 и 3,7 ц/га или 2,6 и 3,9 % (табл. 1).

При применении комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте через год вспашки и чизелевания или вспашки и дискования, урожайность зерна кукурузы составила соответственно 95,0 и 94,5 ц/га, что лишь на 0,3 и 0,8 ц/га (0,3 и 0,8 %) ниже по сравнению с ежегодной вспашкой.

Проведение подпочвенного рыхления на глубину 45 см оказало положительное влияние на урожайность зерна кукурузы, увеличив этот показатель при ежегодной вспашке в севообороте на 2,4 ц/га (2,5 %), а ежегодном чизелевании – на (1,8 ц/га) 1,9 %.

При нарушении оптимальных сроков основной обработки почвы и проведении ее поздно осенью или весной достоверного снижения урожайности зерна кукурузы в сложившихся условиях не отмечалось, и этот показатель был ниже по сравнению со вспашкой, проведенной в оптимальные сроки на 2,0–4,1 ц/га (2,1–4,3 %). Для сравнения можно отметить, что в условиях Центральной зоны Беларуси нарушение оптимальных сроков проведения основной обработки почвы снижает урожайность однолетних трав, люпина узколистного, рапса ярового, ячменя, овса на 7–10 %, клевера лугового, картофеля – 12–14 %, яровых пшеницы и тритикале – 15 % [1]. Учитывая тот факт, что при проведении исследований недобор урожайности зерна кукурузы при нарушении оптимальных сроков проведения основной обработки почвы был незначительным можно считать, что в условиях Центральной зоны Беларуси основную обработку почвы в севообороте в последнюю очередь следует проводить под кукурузу, даже если она возделывается на зерно.

Для более объективной оценки полученных результатов исследований проведен их экономический анализ. С этой целью были определены эксплуатационные затраты на выполнение операций по возделыванию кукурузы современным комплексом отечественных машин, которые включают амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание и ремонт, заработную плату механизаторов, топливо и энергию [6]. Установлено, что при технологии возделывания кукурузы на зерно, которая предусматривает внесение навоза (60 т/га), проведение отвальной обработки почвы, применение на фоне $P_{60}K_{120}$ азотных удобрений в дозах N_{60+60} , использование гербицида эксплуатационные затраты при урожайности зерна 80 ц/га составляют 454,31 у.е./га [3]. При замене вспашки чизелеванием этот показатель снижается на 29,8 у.е./га, дискованием – на 32,0 у.е./га, а при проведении глубокого рыхления с целью разуплотнения подпахотного горизонта он увеличивается на 29,0 у.е./га. В зависимости от полученной урожайности эксплуатационные затраты в вариантах опыта изменялись в пределах 437,93–506,98 у.е./га (табл. 2).

Таблица 2. Расчет производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно, у.е./га

Вариант	Семена	Удобрения (навоз + NPK)	Гербициды	Эксплуатационные затраты	Всего
Общепринятая	149,59	300,40	42,9	474,82	967,71
Чизельная (100%)	149,59	300,40	42,9	441,72	934,61
Мелкая (100%)	149,59	300,40	42,9	437,93	930,82
Комбинированная (50% чизельная)	149,59	300,40	42,9	444,62	937,51
Комбинированная (50% мелкой)	149,59	300,40	42,9	473,76	966,65
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	149,59	300,40	42,9	506,98	999,87
Чизельная с подпочвенным рыхлением	149,59	300,40	42,9	473,09	965,98
Лушение + поздняя вспашка (15.X.)	149,59	300,40	42,9	472,18	965,07
Поздняя вспашка (15.X.)	149,59	300,40	42,9	455,32	948,21
Лушение + весновспашка	149,59	300,40	42,9	470,59	963,48
Весновспашка	149,59	300,40	42,9	454,92	947,81
Чизельная осенью + чизельная весной	149,59	300,40	42,9	439,60	932,49

Расчет производственных затрат проводили дифференцированно по всем вариантам опыта с учетом затрат на полученную урожайность (транспортировка, очистка и сушка зерна). При этом использовалась стоимость соломистого навоза, применяемого по перевалочной технологии (4,17 у.е./т) с учетом того, что на первую культуру, возделываемую после его внесения, приходится 60 % затрат на применение [7, 14]. Стоимость минеральных удобрений, семян кукурузы и применяемого гербицида определялась по ценам, существующим в Беларуси в 2021 г. В соответствии с проведенными расче-

тами производственные затраты на возделывание кукурузы на зерно изменялись по вариантам опыта в пределах 932,49–999,87 у.е./га, а стоимость продукции 1301,70–1394,47 (табл. 2, 3).

Установлено, что при возделывании кукурузы по общепринятой обработке почвы чистый доход составил 392,51 у.е./га, рентабельность – 40,56 %, себестоимость зерна – 10,15 у.е./ц. Наибольший экономический эффект в период проведения исследований был получен при использовании комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте через год вспашки и чизелевания. Чистый доход в этом варианте составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость – 9,87 у.е./ц. Следовательно, в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход в этом случае увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 % при снижении себестоимости на 0,28 у.е./ц. Традиционную отвальную обработку почвы превзошел по чистому доходу на 2,09 у.е./га вариант, где ее сочетали с подпочвенным рыхлением. Однако, в этом случае рентабельность снижалась на 1,09 %, а себестоимость увеличивалась на 0,08 у.е./ц (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность способов и сроков основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно (среднее за 2016–2018 гг.)

Способ обработки почвы	Стоимость продукции, у.е./га	Производственные затраты, у.е./га	Чистый доход, у.е./га	Рентабельность, %	Себестоимость, у.е./ц
Общепринятая	1360,22	967,71	392,51	40,56	10,15
Чизельная (100%)	1324,53	934,61	389,92	41,72	10,07
Мелкая (100%)	1307,11	930,82	376,59	40,46	10,16
Комбинированная (50% чизельная)	1355,94	937,51	418,43	44,63	9,87
Комбинированная (50% мелкой)	1348,80	966,65	382,15	39,53	10,23
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	1394,47	999,87	394,60	39,47	10,23
Чизельная с подпочвенным рыхлением	1350,23	965,98	384,25	39,78	10,21
Лушение + поздняя вспашка (15.Х.)	1331,67	965,07	366,60	37,99	10,34
Поздняя вспашка (15.Х.)	1320,25	948,21	372,04	39,24	10,25
Лушение + весновспашка	1314,54	963,48	351,06	36,44	10,46
Весновспашка	1315,97	947,81	368,16	38,84	10,28
Чизельная осенью + чизельная весной	1301,70	932,49	369,21	39,59	10,22

При использовании в севообороте безотвальной обработки почвы (чизелевание) чистый доход составил 389,92 у.е./га, рентабельность – 41,72 %, себестоимость – 10,07 у.е./ц. В этом случае в сравнении с традиционной обработкой почвы чистый доход снижался на 2,59 у.е./га, рентабельность увеличивалась на 1,16 %, себестоимость уменьшилась на 0,08 у.е./ц. В других изучаемых вариантах отмечалось в сравнении с традиционной обработкой почвы ухудшение всех указанных выше экономических показателей. Чистый доход при этом снижался на 8,26–41,45 у.е./га, рентабельность – на 0,78–4,12 %, а себестоимость увеличивалась на 0,06–0,31 у.е./ц. Наименьший экономический эффект был получен в варианте, где кукурузу возделывали по весновспашке.

Заключение

Наибольший экономический эффект при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центральной зоны Беларуси обеспечила применяемая в севообороте комбинированная обработка почвы, предусматривающая чередование по годам вспашки и чизелевания. Чистый доход в этом случае составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость зерна – 9,87 у.е./ц. В этом случае в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 %, а себестоимость уменьшилась на 0,28 у.е./ц. Наименьший экономический эффект получен при возделывании кукурузы по весновспашке, что снижало в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход на 41,45 у.е./га, рентабельность – на 4,12 %, а себестоимость зерна при этом увеличивалась на 0,31 у.е./ц.

ЛИТЕРАТУРА

- Булавин, Л. А. Агрэкономические основы ресурсосберегающего и природоохранного земледелия в Беларуси / Л. А. Булавин; А. П. Гвоздов; А. Ч. Скируха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 216 с.
- Булавин, Л. А. Влияние способов и сроков обработки почвы на урожайность зерна кукурузы / Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, Д. Г. Симченков // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 58–63.
- Булавин, Л. А. Экономическая эффективность применения гербицидов и сроков их внесения при возделывании кукурузы на зерно / Л. А. Булавин (и др.) // Земледелие и растениеводство. – 2021. – №6. – С. 28–31.
- Земледелие: учебник / П. И. Никончик [и др.]; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
- Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – № 6. – С. 16–20.

6. Ленский, А. В. Формирование эффективной системы машин для механизации растениеводства / А. В. Ленский; РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018. – 377 с.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур. / И.М. Богдевич [и др.] – Минск, 1988. – 30 с.
8. Надточаев, Н. Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов/ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.
9. Надточаев, Н. Ф. Засоренность посевов и урожайность повторной кукурузы под влиянием почвообработок / Н. Ф. Надточаев, М. И. Стрижанова, Ю. Ф. Ивашко, В. И. Кислеков // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения. – Жодино, 1999. – Т.2. – С. 107–110.
10. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – С. 61–62.
11. Привалов, Ф. И. Рекомендации по применению минимальной (ресурсосберегающей) обработки почв в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 20 с.
12. Самарсов, В. Ф. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / В. Ф. Самарсов [и др.]. – Барановичи, 1998. – С. 51–75.
13. Симченко, Д. Г. Обработка почвы под кукурузу / Д. Г. Симченко, С. С. Небышинец, И. А. Сушевич // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2012. – С. 30–34.
14. Система применения удобрений: учебник для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Н. А. ДУКТОВА, А. Л. НОВИК, В. П. ДУКТОВ

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

(Поступила в редакцию 17.01.2022)

В условиях северо-восточной части Беларуси проведено изучение продуктивности и фотосинтетической деятельности сортов яровой твердой пшеницы. Установлено, что формирование ассимиляционной поверхности лимитирует количество доступной продуктивной влаги. Пик фотосинтетической деятельности растения приходится на фазы развития «флаговый лист – колошение». Высокорослый сорт Розалия формирует большую ассимиляционную поверхность, в сравнении с низкорослым сортом Ириде, который по параметрам оптической структуры посева является более интенсивным. Выявлено положительное влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность сортов. Стимулирующий эффект увеличивается по мере увеличения кратности обработок. Для сорта Розалия отмечена низкая эффективность однократного применения стимуляторов роста, но высокая отзывчивость на их использование по вегетации. Для сорта Ириде, наоборот, выявлена высокая эффективность протравливания семян с регуляторами роста (прирост ФП при использовании Оксигумата 17 % и Экосила – 19 %), так как данный сорт генетически характеризуется медленным нарастанием листьев на первых этапах вегетации. Применение росторегуляторов дополнительно в фазу кущения обеспечивает повышение фотосинтетического потенциала у сорта Розалия еще на 7–9 %, Ириде – на 6 %; второе опрыскивание – на 1–2 %. В наибольшей степени увеличение параметров фотосинтетической деятельности на обоих сортах обеспечил росторегулятор Экосил в вариантах с 2- (0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25) и 3-кратным применением (0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55); прибавка ФП у сорта Розалия составила 196 и 224 тыс.м²-дн/га (13,5 и 15,4 %), у сорта Ириде – 286 и 311 тыс.м²-дн/га (24,6 и 26,7 %).

Ключевые слова: *Triticum durum*, фотосинтез, продуктивность, стимуляторы роста растений.

In the conditions of the north-eastern part of Belarus, a study was made of the productivity and photosynthetic activity of spring durum wheat varieties. It has been established that the formation of an assimilation surface limits the amount of available productive moisture. The peak of photosynthetic activity of the plant falls on the phases of development "flag leaf - heading". The tall variety Rosalia forms a large assimilation surface, in comparison with the low-growing variety Iride, which is more intense in terms of the optical structure of sowing. A positive effect of growth regulators on the photosynthetic activity of varieties was revealed. The stimulating effect increases as the frequency of treatments increases. For the Rosalia variety, a low efficiency of a single application of growth stimulants was noted, but a high responsiveness to their use during the growing season. For the Iride variety, on the contrary, a high efficiency of seed dressing with growth regulators was revealed (increase in FP when using Oxihumate 17 % and Ecosil – 19 %), since this variety is genetically characterized by a slow growth of leaves at the first stages of vegetation. The use of growth regulators additionally in the tillering phase provides an increase in the photosynthetic potential of the Rosalia variety by another 7–9 %, Iride – by 6 %; the second spraying – by 1–2 %. To the greatest extent, the increase in the parameters of photosynthetic activity in both varieties was provided by the growth regulator Ecosil in the variants with 2- (0.1 l / t; 0.06 l / ha DC 25) and 3-fold application (0.1 l / t; 0.06 l/ha DC 25, 0.06 l/ha DC 55); the increase in FP in the Rosalia variety was 196 and 224 thousand m²-dn/ha (13.5 and 15.4 %), in the Iride variety – 286 and 311 thousand m²-dn/ha (24.6 and 26.7 %).

Key words: *Triticum durum*, photosynthesis, productivity, plant growth stimulants.

Введение

Современный уровень интенсификации сельскохозяйственного производства достаточно высок и дальнейшее его повышение уже должно осуществляться с учетом экономической целесообразности применения тех или иных приемов [3, 10]. В этой связи все больше внимания уделяется внедрению агротехнологических приемов возделывания, направленных на раскрытие биологического потенциала продуктивности полевых культур, среди которых наиболее перспективным является применение фиторегуляторов. Поскольку основу продуктивности растений составляют продукты фотосинтеза, а его эффективность зависит от генетических особенностей, экологических факторов среды и применяемых агротехнических приемов, то особую актуальность приобретают исследования влияния регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность культур и отдельных сортов [1, 4, 6, 7, 8, 9, 11].

В связи с этим, целью наших исследований было оценить изменчивость фотосинтетической деятельности и продуктивность сортов яровой твердой пшеницы под влиянием метеорологических условий среды и применяемых регуляторов роста.

Основная часть

Исследования проводились в 2016–2018 гг. в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» путем постановки полевых опытов и лабораторных анализов. В качестве объектов исследований выступали два сорта яровой твердой пшеницы, районированные в Республике Беларусь, относящиеся к разным морфотипам: сорт селекции УО БГСХА Розалия (высокорослый, среднеспелый) и сорт итальянской селекции Ириде (низкорослый, среднеспелый). Полевой опыт был за-

ложен на участке «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м. Содержание гумуса в пахотном слое 1,6–2,1 %, рН – 5,6–6,1 (слабокислая), подвижного фосфора 220–270 мг/кг, обменного калия 227–271 мг/кг. Предшественник – редька масличная. Фоновой обработкой проводились протравливание семян, обработка гербицидами, фунгицидами и ретардантами. Посев осуществлялся в оптимальные сроки (4.05.2016, 12.04.2017, 02.05.2018) сеялкой Неге-80 с нормой высева 5,7 млн всхожих семян/га. Размер делянки 10 м², повторность 4-кратная. Стадии развития растений приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН. Анализ фотосинтетических параметров проводили по фазам развития по общепринятой методике для зерновых культур [2]. Индекс листовой поверхности (ИЛП) и фотосинтетический потенциал посева (ФП) определяли расчетным методом. Мы не использовали показатели чистой продуктивности и эффективности фотосинтеза, так как они малоинформативны при оценке суммарного фотосинтеза посева и слабо коррелируют с урожайностью ($r=0,2-0,5$) [4, 5]. Обработка посевов проводилась ранцевым опрыскивателем Jacto, расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Схема опыта включала 7 вариантов: 1. Контроль – фон; 2. Оксигумат, 0,5 л/т; 3. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25; 4. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25; 1,0 л/га ДК 37-39; 5. Экосил 0,1 л/т; 6. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 7. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55.

Вегетационные периоды 2016–2018 годов различались по гидротермическому режиму, что позволило всесторонне изучить параметры фотосинтетической деятельности растений яровой твердой пшеницы. Вегетационный период 2016 г. характеризовался повышенными температурами (СЭТ 1756°) с количеством выпавших осадков, превышающим среднееголетние данные (302,7 мм, ГТК=1,72). Развитие растений в 2017 г. проходило на фоне пониженных температур (СЭТ 1502°) и недостатка осадков (-38 % к среднееголетнему показателю) в первой половине вегетации, но избыточного во второй (159 % от нормы в июле), за вегетационный период выпало 241,3 мм осадков, ГТК=1,59. Вегетационный период 2018 года характеризовался повышенной температурой воздуха (СЭТ 1770°) и неравномерным выпадением осадков: недостаточным в мае–июне (65 % от среднееголетней) и избыточным в июле, особенно в первую половину месяца (138,6 мм, 180%), ГТК за сезон составил 1,60. Сухая жаркая погода в ювенильный период развития не способствовала эффективному кущению, а ливневые дожди в июле привели к полеганию и потере продуктивности.

Формирование ассимиляционного аппарата зависит от метеорологических условий. Так, наибольшая облиственность растений в фазу кущения отмечена в 2016 году (6,4 шт/раст.) в условиях теплой влажной погоды (за май выпало 107,6 мм осадков при 14,4 °С, 196 и 116 % к среднееголетним) (табл. 1). И наоборот, недостаток осадков в мае 2018 года (35,3 мм) не позволил растениям сформировать достаточное количество листьев даже на фоне повышенных температур воздуха (15,9 °С) – на растение приходилось лишь 2,4 листа.

Таблица 1. Фотосинтетическая деятельность сортов яровой твердой пшеницы в онтогенезе

Сорт	Фаза развития / Год исследования																	
	Всходы			Кущение			Флаговый лист			Колошение			Цветение			Молочная спелость		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Количество листьев на растении, шт.																		
Розалия	1,7	1,5	1,4	6,8	3,3	2,5	12,9	12,2	4,3	10,6	9,3	5,6	5,6	5,6	4,9	1,6	2,4	1,0
Ириде	1,6	1,4	1,2	6,0	3,3	2,3	12,4	12,0	4,6	9,7	8,7	5,3	4,8	5,3	5,8	3,3	2,7	0,6
Среднее	1,7	1,5	1,3	6,4	3,3	2,4	12,7	12,1	4,5	10,2	9,0	5,5	5,2	5,5	5,4	2,5	2,6	0,8
	1,5			4,0			9,7			8,0			5,3			1,9		
Площадь листа, см ²																		
Розалия	1,56	1,94	1,70	337	519	487	9,62	1063	1136	1087	1384	1170	1120	1447	1280	1189	1456	1168
Ириде	1,51	1,29	1,06	274	322	201	9,46	898	921	1011	1137	832	1063	1168	622	1115	1195	726
Среднее	1,54	1,62	1,38	306	421	344	9,54	981	1029	1049	1261	1001	1092	1308	951	1152	1326	947
	1,51			3,57			9,88			11,04			11,17			11,42		
Индекс листовой поверхности																		
Розалия	0,14	0,15	0,11	0,88	0,83	0,50	4,41	6,13	1,81	4,06	6,02	2,41	2,20	3,77	2,29	0,66	1,61	0,42
Ириде	0,12	0,09	0,06	0,62	0,52	0,20	4,23	4,96	1,73	3,52	4,53	1,78	1,82	2,82	1,45	1,30	1,46	0,17
Среднее	0,13	0,12	0,09	0,75	0,68	0,35	4,32	5,55	1,77	3,79	5,28	2,10	2,01	3,30	1,87	0,98	1,54	0,30
	0,11			0,59			3,88			3,72			2,39			0,94		
Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² -дн/га																		
Розалия	7,6	8,1	5,9	54,3	87,8	41,7	756,8	798,6	237,7	294,8	181,4	231,5	218,6	341,4	117,0	298,7	400,1	268,6
Ириде	6,2	4,5	2,8	35,7	54,6	19,1	746,8	653,5	192,2	154,5	189,3	156,8	239,3	182,9	128,6	294,5	297,3	136,4
Среднее	6,9	6,3	4,4	45,0	71,2	30,4	751,8	726,1	215,0	224,7	185,4	194,2	229,0	262,2	122,8	296,6	348,7	202,5
	5,9			48,9			564,3			201,4			204,6			282,6		

При высокой облиственности побегов усиливается конкуренция органов за свет и питательные элементы. В таких условиях формируются листовые пластинки с меньшей ассимиляционной поверхностью. Так, в 2016 году при интенсивном листообразовании в период «кущение–флаговый лист» (6,4–12,7 шт.) их площадь была самой низкой (3,06–9,54 см²), однако ИЛП был высоким – 0,75–4,32. Таким образом, лимитирующим показателем в размерах суммарной ассимиляционной поверхности посева является количество листьев, а не их площадь. Так, в 2018 году количество листьев не превышало 4,5–5,5 шт. и ИЛП составил всего 0,35–2,10. Избыточное количество осадков (54 мм при среднемноголетних 28 мм) в период «колошение – цветение» обусловило сдвиг пика облиственности на период «колошение – цветение». Однако из-за высокой доли мелких листьев нижнего яруса (как правило, побегов подседа) площадь листа была невысокой (9,5 см²).

Фотосинтетический потенциал посева определяет итоговую урожайность посева ($r=0,7-0,9$) [4, 5]. Наибольшие значения ФП отмечены в 2017 году – 1821 тыс. м²·дн/га, урожайность зерна в этот год также была наибольшей – в среднем 5,6 т/га. И наоборот, наименьшие показатели были отмечены в 2018 году – 853 тыс. м²·дн/га и 2,6 т/га соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста растений на продуктивность сортов яровой твердой пшеницы, т/га

Вариант	2016 г.			2017 г.			2018 г.			Среднее	
	Розалия	Ириде	Среднее	Розалия	Ириде	Среднее	Розалия	Ириде	Среднее	Розалия	Ириде
1. Контроль	5,00	4,83	4,92	5,38	4,95	5,16	2,82	2,01	2,41	4,40	3,93
2. Оксигумат 0,5 л/т	5,22	5,38	5,30	5,34	4,88	5,11	2,78	2,02	2,40	4,45	4,09
3. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25	5,24	5,41	5,32	5,77	5,34	5,56	3,02	2,08	2,55	4,68	4,28
4. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25; 1,0 л/га ДК 37-39	5,58	5,33	5,46	5,74	5,44	5,59	3,28	2,07	2,67	4,87	4,28
5. Экосил 0,1 л/т	5,19	5,34	5,26	5,82	5,25	5,53	2,98	2,06	2,52	4,66	4,22
6. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25	5,31	5,30	5,30	6,17	5,49	5,83	3,16	2,13	2,65	4,88	4,31
7. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55	5,37	5,34	5,35	6,25	5,57	5,91	3,29	2,21	2,75	4,97	4,37
<i>Среднее</i>	5,27	5,28	–	5,78	5,27	–	3,05	2,08	–	4,70	4,21
<i>Среднее по вариантам 2-7</i>	5,33			5,59			2,59				
НСР ₀₅ фактор А (препарат) / фактор В (сорт)	0,18 / Fф<Fт			0,18 / 0,09			0,12 / 0,07			–	

Выявлены также и сортовые особенности фотосинтеза у яровой твердой пшеницы (рис. 1).

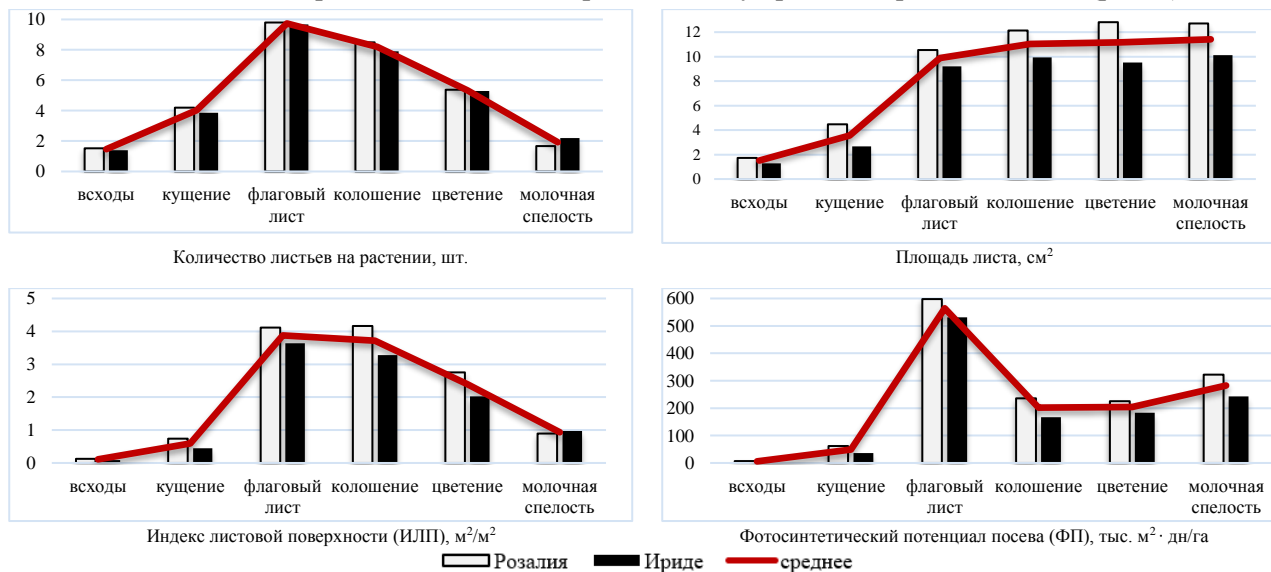


Рис. Параметры фотосинтетической деятельности сортов твердой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.)

Более высокие показатели отмечены у высокорослого сорта Розалия – ФП за вегетацию составил 1450,2 тыс. м² дн/га, что на 24,5 % выше, чем у сорта Ириде (1165,1 тыс. м² дн/га). Урожайность данных сортов также различалась – 4,70 и 4,21 т/га соответственно. Сорт Розалия обладает более интенсивным стартовым ростом, имеет менее плотные листья с развитой листовой пластинкой, площадь отдельного листа в среднем на 33 % выше, чем у сорта Ириде. У Ириде же отмечена большая сохранность ассимиляционного аппарата. Так, к фазе молочной спелости у сорта Розалия сохраняется лишь флаговый лист и частично второй сверху, в то время как у Ириде жизнеспособны два верхних листа и частично третий. Как результат ИЛП у него в этот период на 8 % выше, чем у Розалии. Указанные отличия следует учитывать при разработке сортовой агротехники. Так, сорт Ириде, имея более компактную оптическую структуру посева, способен выдерживать загущение и боль-

шую интенсификацию агротехники. Для него целесообразно предусмотреть приемы стимуляции ростовых процессов на начальных этапах развития. Для сорта Розалия, наоборот, необходимы приемы поддержания активного фотосинтеза во второй половине вегетации без дополнительного загущения, а также защиту листового аппарата от патогенов.

Применение регуляторов роста увеличивает количество листьев на растении на 0,1–0,2 у сорта Розалия и на 0,1–0,7 у сорта Ириде, площадь листа возрастает в среднем на 5,5 % и 4,2 %. Как следствие, ИЛП у Розалии за вегетацию составил 2,3 при 2,1 в контроле. У сорта Ириде превышение площади листьев при использовании регуляторов было более амплитудным (0,1–17,1 см²) за счет дополнительного листообразования, а ИЛП на 0,4 превысил контроль. Значительным было влияние регуляторов роста на сохранность листьев, что обусловило увеличение ФП на 139 тыс. м²·дн/га у Розалии и на 258 тыс. м²·дн/га у Ириде. А в фазу «молочная спелость» превышение ИЛП в вариантах с обработкой посевов регуляторами роста у Розалии составило 12,2 %, у Ириде 10,2 %.

Установлены также различия и по вариантам применения препаратов (табл. 3). Независимо от сорта наименьший прирост ИЛП обеспечивает использование регуляторов при протравливании (0–7 %). Каждое дополнительно опрыскивание посевов в фазу вегетации обеспечивает прирост ИЛП, но темпы увеличения, а следовательно, и эффективность приемов различаются по вариантам и сортам.

Таблица 3. Влияние стимуляторов роста на фотосинтез сортов твердой пшеницы (среднее за 2016–2018 гг.)

Вариант	Фаза развития												За вегетацию	
	Всходы		Кущение		Флаговый лист		Колошение		Цветение		Молочная спелость			
	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия	Ириде	Розалия
Индекс листовой поверхности														
1. Контроль – фон	0,09	0,13	0,45	0,74	3,64	4,12	3,28	4,16	2,03	2,75	0,98	0,90	1,74	2,13
2. Оксигумат, 0,5 л/т	0,10	0,14	0,52	0,79	4,50	4,22	3,60	4,14	2,21	2,56	1,02	0,80	1,99	2,11
3. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25	0,10	0,14	0,52	0,79	4,79	4,51	3,85	4,44	2,29	2,98	1,11	1,06	2,11	2,32
4. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25; 1,0 л/га ДК 37-39	0,10	0,14	0,52	0,79	4,80	4,50	3,84	4,46	2,41	3,19	1,08	1,12	2,12	2,37
5. Экосил 0,1 л/т	0,10	0,15	0,52	0,82	4,63	4,71	3,79	4,27	2,15	2,65	1,03	0,90	2,04	2,25
6. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25	0,10	0,15	0,52	0,82	4,90	4,92	3,99	4,49	2,32	3,01	1,00	0,96	2,14	2,39
7. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55	0,10	0,15	0,52	0,82	4,87	4,92	3,98	4,49	2,40	3,05	1,27	1,20	2,39	2,44
Среднее по вариантам 2–4	0,10	0,14	0,52	0,79	4,70	4,41	3,76	4,35	2,30	2,91	1,07	0,99	2,07	2,27
Среднее по вариантам 5–7	0,10	0,15	0,52	0,82	4,80	4,85	3,92	4,42	2,29	2,90	1,10	1,02	2,19	2,36
Среднее по вариантам 2–7	0,10	0,15	0,52	0,80	4,75	4,63	3,84	4,38	2,30	2,91	1,08	1,01	2,13	2,31
Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² ·дн/га														
1. Контроль – фон	4,5	7,2	36,5	61,3	530,8	597,7	166,9	235,9	183,6	225,7	242,7	322,5	1165,1	1450,2
2. Оксигумат, 0,5 л/т	4,8	7,7	41,6	66,0	657,7	622,6	191,1	242,9	204,0	218,5	262,4	297,7	1361,7	1455,5
3. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25	4,8	7,7	41,6	66,0	686,8	650,2	204,8	261,0	214,3	240,4	275,2	360,7	1427,5	1586,0
4. Оксигумат 0,5 л/т; 1,0 л/га ДК 25; 1,0 л/га ДК 37-39	4,8	7,7	41,6	66,0	692,0	650,8	204,2	261,3	217,6	247,6	279,5	387,8	1439,8	1621,3
5. Экосил 0,1 л/т	5,0	8,5	42,9	69,4	671,0	676,9	198,1	254,4	205,6	224,4	258,1	316,1	1380,8	1549,7
6. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25	5,0	8,5	42,9	69,4	704,7	703,5	212,5	267,3	218,8	242,7	267,5	355,2	1451,5	1646,5
7. Экосил 0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55	5,0	8,5	42,9	69,4	700,4	703,0	211,7	267,5	221,5	243,7	294,4	382,0	1475,9	1674,2
Среднее по вариантам 2–4	4,8	7,7	41,6	66,0	678,8	641,2	200,0	255,1	212,0	235,5	272,4	348,7	1409,7	1554,3
Среднее по вариантам 5–7	5,0	8,5	42,9	69,4	692,0	694,5	207,4	263,1	215,3	237,0	273,4	351,1	1436,1	1623,5
Среднее по вариантам 2–7	4,9	8,1	42,3	67,7	685,4	667,8	203,7	259,1	213,6	236,2	272,9	349,9	1422,9	1588,9

Дополнительное внесение Оксигумата (ДК 25) обеспечивает прирост ИЛП у Розалии на 9,8 % к однократному, а двукратное (ДК 55) – еще на 2,3 % (суммарно 12,1 %). На сорте Ириде соответственно 4,8 и 0,4 % (суммарно 5,2 %). Дополнительное однократное внесение Экосила обусловило прирост ИЛП у сорта Розалия на 5,0 %, а двукратное – еще на 4,7 % (суммарно 9,7 %). У Ириде отмечена иная закономерность – прирост ИЛП по вариантам составил соответствующе 3,1 и 5,1 % (суммарно 8,1 %). Это, вероятно, связано с тем, что у Ириде сохраняемость листьев к концу вегетации генетически выше, чем у Розалии и дополнительное стимулирование в фазу колошения обеспечивает аддитивный эффект.

У сорта Ириде прирост ФП за вегетацию составил 197–275 тыс.м²·дн/га (17–24 %) при применении Оксигумата и 216–311 тыс.м²·дн/га (19–27 %) при применении Экосила. У сорта Розалия уровень прироста составил 5,3–71,1 (0,4–12 %) и 99,5–224,0 тыс.м²·дн/га (7–15 %) соответственно.

Важно отметить, что по параметрам фотосинтетической деятельности посева, для сорта Розалия является неэффективным однократное применение Оксигумата при протравливании семян, эффективность Экосила также была невысокой (7 %). В свою очередь данный сорт очень отзывчив на использование регуляторов роста по вегетации. Наибольший прирост ФП отмечается при дополнительном к протравливанию опрыскивании посевов в фазу кущения, обеспечивающем дополнительно 7 % (Оксигумат) и 9 % (Экосил) фотосинтетически активной поверхности растений (9 и 14 % к контролю), второе опрыскивание также обеспечивает прирост, но менее интенсивный (2 %). В наибольшей степени увеличение фотосинтеза на Розалии обеспечило применение Экосила в вариантах 6 (прибавка 196 тыс. м²·дн/га или 13,5 % к контролю) и 7 (224 тыс. м²·дн/га, 15,4 %).

Поскольку сорт Ириде характеризуется медленным нарастанием листьев на первых этапах вегетации, для него, в отличие от сорта Розалия, протравливание семян росторегуляторами оказывает существенное влияние и даже без повторного внесения препаратов по вегетации культуры, обеспечивает прирост ФП при использовании Оксигумата на 17 % и Экосила – на 19 %. Применение данных препаратов дополнительно в фазу кущения обеспечивает повышение фотосинтетического потенциала еще на 6 %, второе опрыскивание дает дополнительную прибавку в 1–2 %. Для данного сорта также более эффективным оказалось использование росторегулятора Экосил в вариантах 6 (прибавка 286 тыс. м²·дн/га или 24,6 % к контролю) и 7 (311 тыс. м²·дн/га, 26,7 %).

Заключение

Установлены особенности фотосинтетической деятельности пшеницы твердой в зависимости от сорта и регуляторов роста. Высокорослый сорт Розалия формирует большую ассимиляционную поверхность, в сравнении с низкорослым сортом Ириде, который по параметрам оптической структуры посева является более интенсивным. Регуляторы роста положительно влияют на фотосинтез сортов. Стимулирующий эффект повышается с увеличением кратности обработок. Для сорта Розалия отмечена низкая эффективность однократного применения стимуляторов роста, но высокая отзывчивость на их использование по вегетации. Для сорта Ириде, наоборот, выявлена высокая эффективность протравливания семян с регуляторами роста (прирост ФП при использовании Оксигумата 17 % и Экосила – 19 %), так как данный сорт характеризуется медленным нарастанием листьев в начале вегетации. Применение регуляторов дополнительно в фазу кущения обеспечивает повышение фотосинтетического потенциала у сорта Розалия еще на 7–9 %, Ириде – на 6 %; второе опрыскивание – на 1–2 %. В наибольшей степени увеличение параметров фотосинтеза на обоих сортах обеспечил росторегулятор Экосил в вариантах с 2-х (0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25) и 3-х кратным применением (0,1 л/т; 0,06 л/га ДК 25; 0,06 л/га ДК 55); прибавка ФП у сорта Розалия составила 196 и 224 тыс.м²·дн/га (13,5 и 15,4 %), у сорта Ириде – 286 и 311 тыс.м²·дн/га (24,6 и 26,7 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашаева, О. В. Фотосинтетическая деятельность посевов яровой твердой пшеницы в условиях Нижегородской области / О. В. Ашаева, В. Н. Шахалов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 3(27). – С. 25–30.
2. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу: учеб. пособие для студ. вузов / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова; под ред. И. П. Ермакова. – Москва: Изд. центр «Академия», 2003. – 256 с.
3. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Минск: Беларус. навука, 2008. – С. 7–9.
4. Дуктов, В. П. Применение регуляторов роста в посевах яровой твердой пшеницы / В. П. Дуктов, Н. А. Дуктова. – Горки: БГСХА, 2019. – 184 с.
5. Дуктова, Н. А. Физиологические основы селекции твердой пшеницы на иммунитет / Н. А. Дуктова. – Горки: БГСХА, 2018. – 218 с.
6. Кабашникова, Л. Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков / Л. Ф. Кабашникова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 327 с.
7. Кефели, В. И. Фотоморфогенез, фотосинтез и рост как основа продуктивности растений / В. И. Кефели. – Пушкино, 1991. – 235 с.
8. Петров, Н. Ю. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от применяемых биопрепаратов / Н. Ю. Петров, Н. С. Онищенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. – № 10 (96). – С. 23–25.
9. Синеговская, В. Т. Активизация фотосинтетической деятельности яровой пшеницы при длительном применении удобрений / В. Т. Синеговская, Т. Е. Абросимова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 5. – С. 43–45.
10. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. Сборник научных материалов. 3-е издание, дополненное и переработанное. Под ред. Ф.И. Привалова и др. «Минск, ИВЦ Минфина», 2017. – 688 с.
11. Частная физиология полевых культур: учебное пособие / Е. И. Кошкин [и др.]; под ред. Е. И. Кошкина. – М.: Колос, 2005. – 304 с.

НОВЫЙ СОРТ УКРОПА ПАХУЧЕГО (*ANETHUM GRAVEOLENS* L.) ИВАР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. В. ПЕТРЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, aleksey-petrenko@inbox.ru

(Поступила в редакцию 24.01.2022)

Среди овощных культур особое место занимает укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.). В последние годы появились новые сорта укропа с различным сроком вегетации, формирующие розетку листьев, боковые побеги, имеющие способность формировать листья при многократной уборке. Следует отметить, что при правильном подборе сортов укропа пахучего можно создать конвейер поступления продукции в течение более длительного времени.

Получение высоких и устойчивых урожаев укропа пахучего высокого качества требует дальнейшего изучения селекционного материала, его оценки по комплексу основных хозяйственно ценных признаков и создание на их основе высокопродуктивных, экологически стабильных и с высоким качеством продукции сортов.

Основным направлением в селекции укропа пахучего является создание исходного материала, всесторонняя оценка полученных новых форм и образцов, отбор, размножение, испытание и районирование через систему семеноводства.

В статье представлена информация, в которой на основании многолетних исследований по изучению коллекционных образцов укропа пахучего были выделены признаки, являющиеся ориентиром при составлении модели будущего сорта. В ходе оценки селекционного материала укропа пахучего были определены основные хозяйственно ценные признаки, которые могут служить критерием для создания модели сорта.

На основании полученных результатов при оценке сортов укропа пахучего нами были определены такой показатель, как модель сорта, в основу которой положены комплексные показатели сорта Ивар, включенного в Государственный реестр сортов. Сорт укропа пахучего Ивар характеризуется высокой урожайностью. По результатам многолетних исследований превосходил контроль по данному признаку в фазу технической спелости на 27,5 %.

Ключевые слова: укроп пахучий, сорт, признак, селекция, урожайность, качество.

Among vegetable crops, fragrant dill (*Anethum graveolens* L.) occupies a special place. In recent years, new varieties of dill have appeared with different growing seasons, forming a rosette of leaves and side shoots, with the ability to form leaves during repeated harvesting. It should be noted that with the correct selection of varieties of fragrant dill, it is possible to create a conveyor for the receipt of products for a longer time.

Obtaining high and stable yields of high quality fragrant dill requires further study of the breeding material, its evaluation according to a complex of basic economically valuable traits and the creation of highly productive, environmentally stable and high quality varieties on their basis.

The main direction in the selection of fragrant dill is the creation of the source material, a comprehensive assessment of the new forms and samples obtained, selection, reproduction, testing and zoning through the seed production system.

The article presents information in which, on the basis of many years of research into collection samples of fragrant dill, signs were identified that are a guideline in compiling a model of the future variety. In the course of evaluating the breeding material of fragrant dill, the main economically valuable traits were identified, which can serve as a criterion for creating a variety model.

Based on the results obtained in the evaluation of fragrant dill varieties, we have identified such an indicator as a variety model, which is based on the complex indicators of the Ivar variety included in the State Register of Varieties. The fragrant dill variety Ivar is characterized by high productivity. According to the results of many years of research, it surpassed the control on this trait in the phase of technical ripeness by 27.5 %.

Key words: fragrant dill, variety, trait, selection, productivity, quality.

Введение

Сохранение генофонда растительных ресурсов, отечественных сортов и гибридов играет важную роль в сохранении продовольственной безопасности страны. Важную роль в этом играют так называемые зеленые овощи, т. е. группа овощных культур, используемая только в свежем виде [3, 13].

Среди большого разнообразия зеленых и пряно-вкусовых культур особое место занимает укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.). Культура широко распространена во многих странах мира благодаря своим вкусовым качествам, высокому содержанию витаминов, каротина, сахаров, минеральных солей, эфирных масел и других ценных веществ.

При создании сортов большое значение приобретает научно обоснованный подбор исходного материала и степень его изученности в различных почвенно-климатических условиях [8].

Расширение ассортимента зеленых культур, в том числе за счет более широкого внедрения в производство новых сортов укропа, является важной задачей. Увеличение площадей под укропом вызвано достоинствами данной культуры: высокая урожайность, качество продукции [11, 20].

Следует отметить, что при правильном подборе сортов укропа пахучего можно создать конвейер поступления продукции в течение более длительного времени. Кроме того, возделывание новых сортов способствует не только расширению посевных площадей, но и увеличению исходного материала для селекции культуры.

Получение высоких и устойчивых урожаев укропа высокого качества требует дальнейшего изучения селекционного материала, его оценки по основным хозяйственно ценным признакам и создания на их основе высокопродуктивных, экологически стабильных и устойчивых к болезням сортов. Основным направлением в селекции укропа пахучего является создание исходного материала, всесторонняя оценка полученных новых форм и образцов, отбор, размножение, испытание и районирование через систему семеноводства.

Несмотря на ряд положительных свойств районированных сортов, овощеводство и консервная промышленность нуждаются в более универсальных сортах, обладающих комплексом признаков, обеспечивающих высокую продуктивность в фазу бутонизации (уборка на зелень), молочно-восковой спелости семян (уборка в технической спелости для переработки) и при семенном производстве [1, 16, 18].

Направления селекционной работы с пряно-ароматическими растениями различаются в зависимости от характера его использования. В селекции укропа существует два основных направления: а) получение форм, пригодных для использования в качестве пряностей, которые могут заменить закупаемые в настоящее время за рубежом; б) создание сортов с приятным, но не резким ароматом, хорошей облиственностью, высокими вкусовыми качествами зелени, ценным химическим составом. Как отмечают ряд исследователей, и в том, и в другом направлении устойчивость против заболеваний, высокая урожайность и пригодность к машинной уборке являются наиболее важными признаками [4, 5].

М. М. Циунель (2006) отмечает, что основными задачами селекции укропа являются: выведение сортов с высокими темпами роста на ранних фазах развития, с длительным межфазным периодом всходы – бутонизация (направление – урожайность на зелень). Сокращение межфазных периодов бутонизация – цветение, цветение – созревание семян дает возможность создать сорта высокопродуктивные в технической спелости и при репродукции семян [21].

Селекция укропа основывается на методе отбора из местных популяций народной селекции. Этот метод до сих пор применяется благодаря гетерозиготной природе растения и большой степени полиморфизма вида *A. graveolens* L. [2, 10].

В силу гетерогенной природы многих сортовых популяций укропа актуальным остается аналитический метод создания линий с ценными хозяйственными признаками. Однако, наиболее разнообразный исходный материал представляют гибридные популяции и основным методом селекции является комбинационный, при котором на разных этапах селекционного процесса применяется гибридизация разнообразных сортов, форм, линий с последующим индивидуальным, групповым и массовым отбором по важнейшим биологическим и хозяйственно ценным признакам. Гибридизация позволяет создавать принципиально новые генотипы растений [6, 17, 19].

Особое место в селекции укропа играют потребительские и декоративные свойства, т. к. основные площади возделывания этой культуры находятся на приусадебных участках.

Для достижения положительного результата необходимо экологическое изучение растений, в частности их исходных форм. С учетом влияния географической, экологической и сортовой изменчивости на важнейшие хозяйственно-биологические признаки растений разрабатываются модели сортов. Они отражают научно обоснованные параметры признаков, включая показатели высокой урожайности и качества продукции [9].

Составление модели является очень важным этапом селекционного процесса, его можно рассматривать как отдельный технологический процесс, имеющий специфические методы и цели. Модель сорта определяется как способом ее получения, так и будущими условиями его культивирования, полученными на их основе. Наряду с другими овощными культурами, в результате полученных данных по оценке селекционного материала укропа пахучего определены основные хозяйственно ценные признаки, которые могут служить параметрами для создания модели сорта [22].

В связи с этим целью работы являлось оценка нового сорта укропа пахучего, полученного в результате индивидуального отбора, по комплексу хозяйственно ценных признаков для селекции и выращивания в условиях Беларуси.

Основная часть

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на протяжении 2012–2014 гг. и 2019–2021 гг. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Опыты были заложены с соблюдением агротехнических требований по уходу за растениями в течение всего периода наблюдений. Полевые и лабораторные опыты проводили с использованием общепринятых методик и методических указаний:

«Методика полевого опыта» Б. А. Доспехов [7], «Методика полевого опыта в овощеводстве» С. С. Литвинов [12], Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленных культур (салат, шпинат, укроп) [14], Методические указания по селекции зеленных, пряно-вкусовых и многолетних культур [15].

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались по температурным показателям, количеству атмосферных осадков и от средних многолетних данных, что способствовало объективной оценке изучаемых сортов по комплексу хозяйственно полезных признаков.

В ходе исследований проводили фенологические наблюдения, биометрическое описание растений, учет урожайности и качества продукции.

В результате анализа полученных данных были выделены признаки, характеризующие основные показатели сорта (табл. 1), позволяющие в дальнейшей селекционной работе проводить отбор образцов, обладающих комплексом селекционно-ценных признаков.

Таблица 1. Основные показатели сорта укропа пахучего

Признаки	Показатели сорта
Период от всходов до начала товарной спелости укропа, дней	36–37
Период от начала товарной спелости до фазы конца товарной спелости укропа (период уборки на зелень), дней	14,3
Период (от всходов до конца товарной спелости, появление зонтиков), дней	51
Высота растения через 20 дней после всходов, см	30,5
Количество междоузлий, шт.	5,1
Биометрические параметры образцов укропа (посев – начало появления зонтиков):	
Высота растения в фазу технической спелости, см	65,8
Количество междоузлий в фазу технической спелости, шт.	7,0
Урожайность в фазу технической спелости, кг/м ²	3,7
Сухое вещество, %	16,1
Сумма сахаров, %	2,00
Витамин С, мг/100 г	24,2
Каротин, мг%	31,0
Нитраты, мг/кг	в пределах ПДК
Отзывчивость на регулируемые факторы среды	средняя или выше средней

Методом индивидуального отбора был создан сорт укропа пахучего Ивар, который в 2021 г. передан в систему Государственного сортоиспытания. По результатам оценки сорт Ивар с 2022 г. включен в Государственный реестр сортов.



Сорт Ивар создан методом индивидуального отбора. Среднеспелый, (рис. 1) универсального назначения. Начало технической спелости наступает на 35–37 день после полных всходов, продолжительность товарной спелости – 12–14 дней. Среднее количество междоузлий – 7, высота растений до 66–70 см.

Средняя урожайность (табл. 2) сорта Ивар в 2019–2021 гг. составила 4,3 кг/м². Число дней от всходов до фазы технической спелости в зависимости от года составило 35–37 дней, продолжительность товарной спелости 12–14 дней.

Таблица 2. Результаты сравнительной оценки сорта укропа пахучего

Сорт	Урожайность, кг/м ²				Количество дней от всходов до технической спелости	Продолжительность товарной спелости, дней
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее		
Озорник (контроль)	3,5	3,8	3,6	3,6	37–38	10–11
Ивар	4,4	4,6	4,1	4,3	35–37	12–14
НСР ₀₅	0,34	0,73	0,26			

Сорт укропа пахучего Ивар по урожайности превосходил контроль в фазу технической спелости в среднем за 2019–2021 гг. на 0,7 кг/м² (27,5 %).

Заключение

Составление модели сорта является важным этапом селекционного процесса. Поэтому в ней должны быть научно обоснованные параметры признаков, включая показатели высокой урожайности и качества продукции, которые следует сочетать в предполагаемом сорте.

По результатам оценки сорт укропа пахучего Ивар характеризуется высокой урожайностью, с высоким содержанием сухого вещества, каротина, продолжительностью товарной спелостью и является перспективным для использования в селекционной работе и производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анцугай, Ф. И. Проблемы и перспективы развития овощеводства в Республике Беларусь / Ф. И. Анцугай. – Минск, 1996. – С. 7–8.
2. Бабаджанян, Г. А. Некоторые вопросы гетерозисной селекции овощных культур / Г. А. Бабаджанян // Гетерозис в овощеводстве. – Л., 1968. – С. 77–86.
3. Балашев, Н. Н. Малораспространенные овощные культуры / Н. Н. Балашев. – Ташкент, 1957. – С. 25–28.
4. Белик, В. Ф. Овощеводство открытого грунта / В. Ф. Белик. – М.: Колос, 1976. – 328 с.
5. Бунин, М. С. Желто-зелёные овощи / М. С. Бунин, П. Ф. Кононков. – М.: Агропромиздат, 1991. – 134–135.
6. Гиренко, М. М. Исходный материал для селекции листовых зеленных культур в Северо-Западной зоне СССР: Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 1965. – 25 с.
7. 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.
8. Кильчевский, А. В. Селекция гетерозисных гибридов томата / А. В. Кильчевский, В. В. Скорина. – Горки: 2005. – 205 с.
9. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева – Минск.: Технология, 1997.–372 с. 12
10. Комарова, Р. А. Инбридинг как метод создания селекционного материала укропа // Р. А. Комарова, Л. И. Шашилова – Науч.-техн. бюл. ВИР, 1991; Т. 208. – ISSN 0202-5361. – С. 45–49.
11. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг; Пер. с немец. В. И. Леунова. – М.: Колос, 2000. – С. 486–496.
12. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов; Рос. акад. с.-х. наук, ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – Москва: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. – 648 с.: ил.
13. Литвинов, С. С. Научные основы современного овощеводства / С. С. Литвинов. – М., 2008. – С. 151–153.
14. Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленных культур (салат, шпинат, укроп) – Л., 1989. – 42 с.
15. Методические указания по селекции зеленных, пряно-вкусовых и многолетних культур. – М., 1987. – С. 3–12.
16. Муханова, Ю. И. Зеленные и пряные овощные культуры / Ю. И. Муханова, А. К. Требухина, А. Г. Туленкова // 2-е изд. перераб. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 199 с.
17. Пивоваров, В. Ф. Селекция и семеноводство овощных культур / В. Ф. Пивоваров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2007. – 850 с.
18. Прохоров, И. А. Селекция и семеноводство овощных культур / И. А. Прохоров, А. В. Крючков, В. А. Комиссаров; под ред. В. А. Комиссарова. – М.: Колос, 1981. – 447 с., – (Учебники и учеб пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
19. Прохоров, И. А. Селекция и семеноводство овощных культур / И. А. Прохоров, А. В. Крючков, В. А. Комиссаров – М.: Колос, 1981. – С. 280–286.
20. Сологуб, Ю. И. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль [Текст]: практ. пособие / Ю. И. Сологуб, И. М. Стрелюк, А. С. Максимюк. – Киев: ООО «Полиграф плюс», 2012. – 200 с. – Библиогр.: с. 197–198.
21. Циунель, М. М. 200 кг зелени из килограмма семян // М. М. Циунель. – Главный агроном, 2006, № 9. – С. 77.
22. Mac Key, J. The wheat plant as a model in adaptation to high productivity in different environments. *Savremena poljoprivreda*, 1966. – P. 29–39.

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА И ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ У ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА ОСТРОГО

Н. В. ДЫДЫШКО, Т. В. НИКОНОВИЧ

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

(Поступила в редакцию 25.01.2022)

В селекционной работе, направленной на создание высококачественных сортов и гибридов F₁ перца острого, значительный интерес представляет оценка образцов по биохимическому составу плодов. Это позволит выявить пределы варьирования ценных свойств, а также отобрать формы с высокими качественными показателями для последующего использования их в селекции. В статье представлены результаты биохимических исследований плодов гибридов перца острого за 2018–2020 гг., а также рассчитанные истинный гетерозис и степень доминирования. Выделены ценные по биохимическому составу плоды гибриды F₁, характеризующиеся содержанием каротина на уровне 33,5–36 мг/кг (Волгоград х Ёжик, Девятка х Феферона красная, Халапеньо х Красный дракон, Халапеньо х Ёжик, Чегевара х Красный дракон, Чегевара х Каин); сухого вещества. 17,1–20,0 % (Халапеньо х Ёжик, Агдас х Китай, Чегевара х Китай, Чегевара х Феферона красная, Чегевара х Ёжик); витамина С – 103,1–319,4 мг/100 г (Агдас х Китай, Лара х Ёжик, Чегевара х Каин); капсаицина – 1,6–1,7 % (Лара х Ёжик, Агдас х Китай, Агдас х Китай). Наследование содержания каротина, витамина С и капсаицина в плодах перца острого характеризовалось преобладанием положительного сверхдоминирования, а содержания сухого вещества имело промежуточный тип наследования. По итогам испытаний образцы Чегевара х Ёжик, Чегевара х Китай, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Китай показали высокую биологическую ценность плодов и значительный гетерозисный эффект по изучаемым признакам.

Ключевые слова: перец острый, гибрид, химический состав, истинный гетерозис, степень доминирования.

In breeding work aimed at creating high-quality varieties and F₁ hybrids of hot pepper, the evaluation of samples according to the biochemical composition of fruits is of considerable interest. This will make it possible to establish the limits of variation of valuable properties, as well as to select forms with high quality indicators for their subsequent use in breeding. The article presents results of biochemical studies of the fruits of hot pepper hybrids for 2018–2020, as well as the calculated true heterosis and the degree of dominance. We have selected F₁ hybrids valuable in terms of the biochemical composition of the fruit, characterized by a carotene content of 33.5–36 mg/kg (Volgograd x Hedgehog, Deviatka x Feferona red, Jalapeno x Red Dragon, Jalapeño x Hedgehog, Chegevara x Red Dragon, Chegevara x Cain); dry matter – 17.1–20.0 % (Jalapeño x Hedgehog, Agdas x China, Chegevara x China, Chegevara x Feferona red, Chegevara x Hedgehog); vitamin C – 103.1–319.4 mg/100 g (Agdas x China, Lara x Hedgehog, Chegevara x Cain); capsaicin – 1.6–1.7 % (Lara x Hedgehog, Agdas x China, Agdas x China). The inheritance of the content of carotene, vitamin C and capsaicin in the fruits of hot pepper was characterized by the predominance of positive overdominance, and the dry matter content had an intermediate type of inheritance. According to the test results, samples of Chegevara x Hedgehog, Chegevara x China, Jalapeño x Hedgehog, Agdas x China showed a high biological value of fruits and a significant heterotic effect on the studied traits.

Key words: hot pepper, hybrid, chemical composition, true heterosis, degree of dominance.

Введение

Гетерозис – это явление, отмеченное у некоторых гибридов F₁, выражающееся в их превосходстве по одному или нескольким признакам над лучшей родительской формой. Многочисленными исследователями установлено, что степень гетерозиса увеличивается с уменьшением генетического сходства между двумя родителями [5].

Гетерозис может проявляться по одному или нескольким признакам, часто в той или иной мере определяющим жизнеспособность растения или ускоренное его развитие. Таким образом, гетерозис может наблюдаться как в общем габитусе растения, так и в формировании отдельных органов – корней, корнеплодов, листьев, соцветий, цветков и плодов. Иногда он проявляется в биохимических признаках (содержании сухих веществ, сахаров, жиров, витаминов и др.), часто – в изменении физиологических признаков (усиление холодостойкости, засухоустойчивости, улучшение лежкости при хранении, общей устойчивости к заболеваниям и др.).

Одним из направлений создания новых сортов и гибридов перца острого является селекция на качество, которая подразумевает в первую очередь высокое содержание легкоусвояемых биологически активных веществ [2, 8, 12].

Перец острый относится к семейству пасленовые – *Solanaceae Pers.*, роду – *Capsicum annum*.

Ценность этой культуры определяется тем, что перец острый содержит внушительный перечень полезных веществ растительного происхождения, это обуславливает наличие у данной культуры целого ряда в том числе и целебных свойств. Важнейшим показателем качества плодов является содержание в них витаминов группы А, В, С, минеральных веществ, каротиноидов. Горечь плодов перца острого обусловлена наличием капсаицина – алкалоида растительного происхождения, который

накапливается в плодах и локализуется, главным образом, в плаценте и стенках внутренних перегородок. В семенах и стенках околоплодника он практически не ощущается. Плоды перца острого используются для производства перечного порошка, который высоко ценится в медицине, употребляется в качестве приправы к различным блюдам. Особенностью перца острого является его использование в свежем, высушенном, замороженном и маринованном виде, причем после термической обработки сохраняются его полезные свойства [1].

Основная часть

Объектом исследования являлись сорта и гибриды перца острого, полученные по схеме топкросса. В качестве исходных образцов использовались сорта и линии: ♂Китай, ♂Феферона красная, ♂Красный дракон, ♂Каин, ♂Ежик, ♀Девятка, ♀Волгоград, ♀Лара, ♀Халапеньо, ♀Агдас, ♀Зимрид, ♀Чегевара. Стандартом служил сорт Ежик. Полученные гибридные комбинации первого поколения выращивались в 2018–2020 годах в поликарбонатных теплицах кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Закладка опыта осуществлялась с использованием общепринятых методик и методических указаний [6].

Сборы плодов проводились при появлении характерной для образца окраски, в начале биологической спелости. Биохимический анализ качества плодов выполнялся по следующим методикам: сухое вещество – ГОСТ 27548-97, каротин – ГОСТ 13496.17-95 п.1, витамин С – ГОСТ 24556-89 п.2. Определение содержания капсаицина проводилось по методике Ермакова А. И.

У гибридов перца острого (F_1) нами был изучен эффект гетерозиса как показатель селекционной ценности взятых для скрещивания родительских форм, он определялся по методу Д. С. Омарова [11].

$$\text{Гист} = \frac{(F_1 - P_l)}{P_l} * 100$$

где: F_1 – величина признака у растений F_1 ; P_l – лучший признак родительской формы.

Наряду с этим рассчитывалась степень доминантности признака. Расчет степени доминантности признаков у гибридов в первом поколении проводился по формуле Дж. Л. Брюейкера [4]:

$$h_p = \frac{(F_1 - MP)}{(P_l - MP)}$$

где P_l – больший признак родительской формы; MP – средний признак обеих родительских форм; F_1 – величина признака у растений F_1 ; h_p – степень фенотипического доминирования.

Полученные данные интерпретировали в соответствие с типом наследования: $\infty < h_p < -1$ – отрицательное сверхдоминирование (отрицательный гетерозис); $-1 \leq h_p < -0,5$ – отрицательное доминирование; $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ – промежуточное наследование; $+0,5 < h_p < +1$ – положительное доминирование; $+1 < h_p < +\infty$ – положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис).

В табл. 1 представлен характер наследования и степень гетерозиса по биохимическому составу плодов перца острого.

Таблица 1. Проявление эффекта гетерозиса и степени доминирования у гибридов перца острого по биохимическому составу плодов в среднем за 2018–2020 годы

Гибрид	Каротин			Сухое вещество			Витамин С			Капсаицин		
	F_1 мг/100г	$\Gamma_{\text{ист}}$ %	h_p	F_1 , %	$\Gamma_{\text{ист}}$ %	h_p	F_1 , мг/100г	$\Gamma_{\text{ист}}$ %	h_p	F_1 , %	$\Gamma_{\text{ист}}$ %	h_p
Девятка х Каин	27,2	16,4	1,5	13,8	-28,7	0,0	111,4	27,5	3,4	1,0	246,7	2,4
Девятка х Китай	20,1	20,6	0,8	14,1	-26,8	0,0	105,8	39,8	3,9	0,6	86,7	0,7
Девятка х Фефер. красн.	31,6	49,2	3,1	13,7	-27,7	0,0	110,8	42,8	4,5	0,8	66,0	0,7
Девятка х Красн. дракон	23,9	37,2	3,1	10,8	-35,6	-0,4	103,0	11,4	1,5	0,7	67,5	0,6
Девятка х Ежик	20,1	-9,5	0,6	12,6	-10,6	0,5	93,3	19,2	3,3	0,4	36,7	0,3
Волгоград х Каин	28,5	20,4	1,2	14,9	-23,3	0,2	103,4	18,3	1,3	1,0	137,5	1,3
Волгоград х Китай	16,5	-30,5	-1,1	16,8	-12,4	0,6	113,0	34,8	1,5	1,2	207,5	1,9
Волгоград х Фефер. красн	23,7	0,1	0,7	15,4	-18,6	0,4	89,9	7,3	0,5	1,3	156,0	1,4
Волгоград х Крас. дракон	24,6	3,7	1,3	16,5	-1,2	1,0	95,9	3,8	0,6	1,3	212,5	1,9
Волгоград х Ежик	36,9	55,6	2,7	13,3	-4,8	0,7	98,5	17,5	0,9	0,9	122,5	1,1
Лара х Каин	15,4	-34,0	-0,4	11,2	-42,4	-1,8	98,6	-0,7	-1,0	0,7	15,0	0,0
Лара х Китай	20,6	23,4	0,9	14,3	-25,6	-0,8	95,1	-4,2	-18,2	0,2	-61,7	-0,8
Лара х Феферона красн.	21,7	2,5	1,1	16,0	-15,3	-0,1	103,5	4,3	-3,2	0,9	45,0	0,1
Лара х Красный дракон	23,0	81,1	2,6	12,4	-8,4	-1,3	108,8	9,5	-12,2	1,1	85,0	0,6
Лара х Ежик	19,7	-11,1	0,4	15,3	-11,2	5,5	116,0	16,8	-7,9	1,6	163,3	1,5
Халапеньо х Каин	26,3	12,3	1,3	14,4	-25,6	-0,6	96,7	10,6	2,3	0,7	100,0	1,5
Халапеньо х Китай	18,0	-3,9	0,1	15,4	-19,7	-0,2	87,3	15,3	2,7	0,6	75,8	1,2
Халапеньо х Фефер. крас	24,5	15,7	3,2	16,6	-12,2	-1,1	104,2	34,2	13,0	0,3	-36,0	0,0
Халапеньо х Крас дракон	36,7	102,9	8,4	14,4	-13,5	-0,3	112,2	21,4	3,4	0,5	20,0	0,6
Халапеньо х Ежик	31,5	40,6	3,8	17,5	-14,2	5,0	103,6	32,3	4,5	0,9	178,8	2,2

Агдас х Каин	30,6	30,6	3,3	12,1	-37,9	-0,4	103,7	18,7	-12,0	1,3	190,7	1,8
Агдас х Китай	25,2	45,7	1,3	17,8	-7,1	0,7	129,3	62,7	4,9	1,7	286,0	2,6
Агдас х Феферона красн.	22,9	8,2	0,6	14,6	-22,5	0,1	103,1	29,7	26,2	1,7	242,0	2,1
Агдас х Красный дракон	28,0	60,9	2,5	13,4	-19,9	0,1	110,9	20,0	3,0	1,2	210,8	1,6
Агдас х Ёжик	29,3	32,0	3,4	12,6	-10,3	-4,7	92,6	16,5	4,7	0,5	39,4	0,0
Зимрид х Каин	20,7	-11,5	0,6	15,3	-21,3	0,1	101,8	16,5	1,3	0,6	96,7	0,8
Зимрид х Китай	34,3	105,6	3,3	16,3	-15,1	0,3	96,7	16,2	1,5	1,2	296,7	2,7
Зимрид х Феферона красн	32,5	53,5	2,9	15,4	-18,7	0,1	85,4	2,6	0,4	0,6	26,0	0,2
Зимрид х Красн. дракон	33,1	90,0	4,9	15,4	-7,7	0,6	115,7	25,2	2,1	0,4	5,0	-0,1
Зимрид х Ёжик	36,0	62,0	3,1	11,9	-15,2	-0,3	102,2	22,8	2,4	0,7	130,0	1,1
Чегевара х Каин	33,5	43,2	7,1	16,0	-17,7	-0,8	319,4	251,7	0,4	1,3	225,0	2,3
Чегевара х Китай	28,4	41,1	1,6	20,0	4,1	0,6	96,5	6,3	1,8	0,8	150,0	1,2
Чегевара х Фефер. красн	29,8	40,4	2,7	17,1	-9,7	-0,1	90,9	0,1	0,9	1,2	146,0	1,4
Чегевара х Красн. дракон	36,0	79,1	5,9	15,4	-7,6	-1,1	95,8	3,7	0,3	0,9	127,5	1,1
Чегевара х Ёжик	23,4	5,6	0,3	18,8	21,5	3,0	94,7	4,3	1,6	0,6	86,7	0,7
Ёжик	22,2			14,0			78,3			0,3		

Данные таблицы свидетельствуют, что по содержанию каротина – двадцать пять гибридов превзошли сорт стандарт. Лучшими были гибриды Волгоград х Ёжик (36,9 мг/кг), Девятка х Феферона красная (31,6 мг/кг), Халапеньо х Красный дракон (36,7 мг/кг), Халапеньо х Ёжик (31,5 мг/кг), Чегевара х Красный дракон (36,0 мг/кг), Чегевара х Каин (33,5 мг/кг). Анализ этого признака показал, что у 25 гибридов наблюдался высокий уровень истинного гетерозиса, значение которого колебалось от 2,5–105,6 %. Наследование данного признака у 24 гибридных комбинаций осуществлялось по типу сверхдоминирование, величина степени доминантности h_p составляла от 1,1 до 8,4. У гибридной комбинации Волгоград х Китай наблюдалось отрицательное сверхдоминирование $h_p = -1,1$.

По содержанию сухого вещества двадцать четыре гибрида превзошли стандарт. Высокое содержание сухого вещества от 17,1 до 20,0 % характерно для гибридных комбинаций: Халапеньо х Ёжик (17,5 %), Агдас х Китай (17,8 %), Чегевара х Китай (20,0 %), Чегевара х Феферона красная (17,1 %), Чегевара х Ёжик (18,8 %). Однако, только два гибрида Чегевара х Китай, Чегевара х Ёжик имели положительный эффект гетерозиса 4,1 % и 21,5 % соответственно. Наследование этого признака у трех образцов имело сверхдоминирование по данному признаку.

Результат изучения содержания витамина С показал, что все гибридные комбинации перца острого превзошли сорт стандарт. Наибольшее значение выявлено у гибрида Чегевара х Каин и составило 319,4 мг/100 г. Был установлен положительный эффект гетерозиса у 33 гибридов от 0,1 до 62,7 %. Сверхдоминирование наблюдалось у 22 комбинаций величина степени доминантности h_p составляла от 1,3 до 26,2.

За исследуемый период по содержанию капсаицина 33 гибрида превзошли сорт стандарт, его количество варьировало от 0,4 % до 1,7 %. Гибриды Агдас х Китай, Агдас х Феферона красная, Лара х Ёжик, Чегевара х Каин Волгоград х Феферона красная, Волгоград х Красный дракон формировали плоды с наиболее высоким содержанием капсаицина 1,3–1,7 %.

Положительный эффект гетерозиса выявлен у 33 образцов со значением от 5 до 296 %. Показатель наследования сверхдоминирование h_p отмечен у 20 гибридов, он варьировал от 1,1 до 2,7.

Исходя из вышеизложенного, нами был проведен анализ степени доминантности для получения более полной информации о характере наследования изучаемых хозяйственно ценных признаков (табл. 2).

Таблица 2. Проявление степени доминантности по биохимическому составу плодов (%) в среднем за 2018–2020 годы

Признак	Параметр	$h_p < -1$	$-1 \leq h_p < -0,5$	$-0,5 \leq h_p \leq +0,5$	$+0,5 < h_p < +1$	$+1 < h_p$
Каротин	Количество генотипов	1	–	4	6	24
	%	2,9	–	11,4	17,2	68,5
Сухое вещество	Количество генотипов	5	3	18	6	3
	%	14,3	8,5	51,5	17,2	8,5
Витамин С	Количество генотипов	5	1	4	3	22
	%	14,3	2,9	11,4	8,5	62,9
Капсаицин	Количество генотипов	–	–	8	7	20
	%			22,9	20,0	57,1

Следует отметить, что по содержанию каротина положительное сверхдоминирование характерно для 68,5 % гибридов, положительное доминирование этого признака отмечено у 6 образцов или 17,2 % гибридов, промежуточное наследование наблюдалось у 11,4 % и отрицательное сверхдоминирование у одной гибридной комбинации.

По содержанию сухого вещества положительное сверхдоминирование установлено у 8,5 % гибридов, положительное доминирование у 17,2 %, промежуточное наследование этого признака проявилось у 51,5 % гибридов, отрицательное доминирование у 8,5 %, отрицательный гетерозис у 14,3 % гибридных комбинаций.

При изучении наследования содержания витамина С 62,9 % или 22 гибрида имели сверхдоминантный тип наследования признака, промежуточное наследование определено у 11,4 % комбинаций, отрицательное доминирование наблюдалось у одного образца, отрицательный гетерозис по этому признаку выявлен у 14,3 % гибридных комбинаций.

Наследование содержания капсаицина показало положительное сверхдоминирование у 57,1 % образцов, положительное доминирование имели 20,0 % или семь гибридных комбинаций, промежуточный характер наследования установлен у 22,9 % гибридов.

Анализ характера наследования признаков качества плодов перца острого свидетельствует, что гибриды F₁ различались по величине степени доминантности от отрицательного сверхдоминирования (отрицательный гетерозис) до положительного сверхдоминирования (положительный гетерозис).

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что 25 гибридов перца острого превосходили сорт стандарт по содержанию каротина. Высокий уровень истинного гетерозиса отмечен также у 25 гибридов. Наследование данного признака у 24 гибридных комбинаций осуществлялось по типу сверхдоминирования, величина степени доминантности h_p составляла от 1,1 до 8,4.

Сорт стандарт по содержанию сухого вещества превосходили 24 гибрида, однако, только два гибрида Чегевара х Китай, Чегевара х Ёжик имели положительный гетерозис 4,1 % и 21,5 % соответственно и наследование этого признака у трех образцов протекало по типу сверхдоминирования.

Содержание витамина С у всех гибридных комбинаций было выше, чем значение этого признака у сорта стандарта. Положительный эффект гетерозиса наблюдался у 33 гибридов, его значение колебалось от 0,1 до 62,7 %. Сверхдоминирование было у 22 образцов, величина степени доминантности h_p составляла от 1,3 до 26,2.

По содержанию капсаицина 33 гибрида превосходили сорт стандарт, его количество варьировало от 0,4 % до 1,7 %, положительное сверхдоминирование отмечено у 57,1 % образцов.

Таким образом, при изучении характера наследования признаков биохимического состава плодов у гибридов F₁ перца острого показатели варьировали от отрицательного ($h_p < -1$) до положительного сверхдоминирования ($h_p > 1$). Наследование содержания каротина, витамина С и капсаицина в плодах перца острого характеризовалось преобладанием положительного сверхдоминирования, а содержание сухого вещества имело промежуточный тип наследования. Выделены гибридные комбинации, сочетающие биологическую ценность плодов и обладающие высоким гетерозисом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев, А. В. Селекция овощных культур на скороспелость и холодостойкость / А. В. Алпатьев // Генетика – сельскому хозяйству. – М., 1965. – С. 529–534.
2. Бавыкина, Н. В. Выделение исходного материала перца сладкого сортотипа «паприка» с высоким содержанием биологически активных веществ: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Н. В. Бавыкина. – М., 2012. – 26 с.
3. Боос, Г. В. Гетерозис овощных культур / Г. В. Боос, Г. В. Багина, В. И. Буренин. – Л., 1990. – 215 с.
4. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 220 с.
5. 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. 3.
6. 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.
7. Литвинова, М. К., Методическое пособие для выполнения учебных занятий и самостоятельной работы по теме: «Семеноводство гетерозисных гибридов» / М. К., Литвинова, С. В. Пустовалова. – 2005 / Мичуринск, 2005. – 19 с.
8. Мамедов, М. И. Теоретическое обоснование и разработка методов селекции сортов и гетерозисных гибридов пасленовых культур на адаптивность / М. И. Мамедов, О. Н. Пышная // Приоритетные направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений в XXI веке: материалы междунар. науч.-практ. конф. - М., 2003. – С. 119–124.
9. 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.
10. Дыдышко, Н. В., Никонович Т. В. Биохимический состав и урожайность сортов и гибридов перца острого // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №3. – С. 132–135.
11. Омаров, Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос, 1975. – С. 123–127.
12. Пышная, О. Н., Мамедов М. И., Пивоваров В. Ф. Селекция перца / М.: Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

А. В. ПАПСУЕВ

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

(Поступила в редакцию 25.01.2022)

Гербициды могут по-разному воздействовать на сорные растения в силу своей химической природы и биологических особенностей сорняков. Кроме того, оказывая влияние на защищаемое растение, гербициды по-разному могут воздействовать на получение прибавки урожая. Именно этим обусловлена необходимость изучения влияния гербицидов на сорную растительность и урожайность защищаемой культуры. Проведено изучение влияния гербицидов титус, 25 % с.т.с., санкор, ВДГ, майсТер пауэр, МД, аденго, КС, сулкотрек, СК на засоренность и урожайность кукурузы на зерно.

Установлено, что максимальной биологической эффективностью при применении в посевах кукурузы на зерно обладает препарат майсТер Пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га. Гибель сорных растений в этом варианте опыта составляет 97,8–100 %.

При применении данного препарата с нормой расхода 1,25 л/га численность сорняков снижалась на 92,8–100 % по сравнению с контрольным вариантом, а в варианте с нормой расхода 1 л/га – 88,5–100 %.

Максимальная прибавка урожайности выявлена также в варианте майсТер пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га, которая составила 96,8 ц/га. При этом число зерен в початке составило 589,6 шт., а масса 1000 зерен – 236,6 г. Максимальной была в данном варианте масса растения с початком – 782,3 г и масса початка в обертке – 393,4 г.

Применение для химической прополки кукурузы на зерно данного гербицида с нормой расхода 1,25 л/га дало прибавку урожая 82,1 ц/га. В данном варианте число зерен в початке составило 547,6 шт., а масса 1000 зерен – 229,5 г, масса растения с початком – 947,4 г и масса початка в обертке – 330,9 г.

При снижении нормы расхода до 1 л/га прибавка составила – 78,9 ц/га, а остальные показатели составили 504,6 шт., 222,7 г, 744,2 г, 304,4 г соответственно.

Ключевые слова: биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, урожайность, титус, 25 % с.т.с., санкор, ВДГ, майсТер пауэр, МД, аденго, КС, сулкотрек, СК.

Herbicides can affect weeds in different ways due to their chemical nature and the biological characteristics of the weeds. In addition, by influencing the protected plant, herbicides in different ways can affect the yield increase. This is the reason for the need to study the effect of herbicides on weeds and the yield of the protected crop. The influence of herbicides Titus, 25 % DFS; Sankor, WDG; MaisTer power, OD; Adengo, SC; Sulkotrek, SC on the weediness and yield of corn grown for grain was studied.

It has been established that the preparation MaisTer power (OD) has the maximum biological efficiency when used in crops of corn for grain with a consumption rate of 1.5 l/ha. The death of weeds in this variant of the experiment is 97.8–100 %.

When using this preparation with a consumption rate of 1.25 l/ha, the number of weeds decreased by 92.8–100 % compared to the control variant, and in the variant with a consumption rate of 1 l/ha – 88.5–100 %.

The maximum increase in yield was also found in the variant with MaisTer power (OD) with a consumption rate of 1.5 l/ha, which amounted to 9.68 t/ha. At the same time, the number of grains in the cob was 589.6 pieces, and the weight of 1000 grains was 236.6 g. In this variant, the maximum weight of the plant with the cob was 782.3 g and the weight of the cob in the wrapper was 393.4 g.

The use of this herbicide for the chemical weeding of corn grown for grain with a consumption rate of 1.25 l/ha gave an increase in yield of 8.21 t/ha. In this variant, the number of grains in the cob was 547.6 pieces, and the weight of 1000 grains was 229.5 g, the weight of the plant with the cob was 947.4 g, and the weight of the cob in the wrapper was 330.9 g.

With a decrease in the consumption rate to 1 l/ha, the increase was 7.89 t/ha, and the remaining indicators were 504.6 pieces, 222.7 g, 744.2 g, 304.4 g, respectively.

Key words: biological efficiency, economic efficiency, yield; Titus, 25 % DFS (dry flowing suspension); Sankor, WDG (water dispersible granules); MaisTer power, OD (oil dispersion); Adengo, SC (suspension concentrate), Sulkotrek, SC (suspension concentrate).

Введение

Применение гербицидов является неотъемлемой частью возделывания кукурузы на зерно, так как именно сорные растения являются основным источником снижения урожая и ухудшения его качества.

По данным ряда авторов потери урожая от сорных растений при средней засоренности кукурузы составляют в зависимости от погоды и гибрида 25–30 %, при сильной – 50 % и более [1].

По данным РУП «Институт защиты растений», численность сорных растений на фоне вносимых минеральных удобрений составляет 250,5 шт/м², а на фоне органических – 317,4 шт/м² [2].

При этом видовой состав сорняков может меняться со временем в зависимости от системы обработки почвы, изменения технической оснащенности хозяйств и технологии возделывания культуры [3].

В мировом масштабе убытки, которые наносят сорные растения в посевах кукурузы, достигают 29 % мирового производства зерна, что в денежном эквиваленте превышает 100 млрд долларов США. А в целом посевы кукурузы засорены на 92–98 % площадей ее выращивания [4].

Уровень продуктивности кукурузы в очень значительной степени зависит от засоренности ее посевов, что связано с низкой конкурентоспособностью этой культуры особенно на ранних этапах развития по сравнению с сорными растениями [5].

При этом высокая урожайность и низкие затраты при выращивании кукурузы обуславливают широкое ее применение на корм скоту, а также на муку, крупу, хлопья, производство крахмала, глюкозы, спирта [6, 7].

Цель исследований – определить влияние различных норм расхода гербицидов титус, 25 % с.т.с., санкор, ВДГ, майсТер пауэр, МД, аденго, КС, АG-ST1-500, СК, сулкотрек, СК на засоренность и урожайность кукурузы на зерно.

Основная часть

Эффективность применения гербицидов изучали на протяжении 2013–2015 гг. Опыт был заложен на землях Учхоза БГСХА Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (к_сл) – 5,8, содержание гумуса – 1,7 %, К₂O – 210 мг/кг, Р₂O₅ – 200 мг/кг.

Предшественником являлись однолетние травы. После уборки трав производилось внесение органики – 60 т/га, а затем зяблевая вспашка на глубину пахотного горизонта (20–22 см). Минеральные удобрения Р₆₀К₁₂₀ вносились также под зяблевую вспашку. Азотные удобрения применялись в виде КАСа под культивацию, 60 кг/га и в подкормку (в фазе 5 листьев), 60 кг/га.

Технология возделывания кукурузы соответствовала отраслевым регламентам. Изучаемые гербициды вносили в соответствии со схемой опыта в фазе 3–5 листьев культуры. Расход рабочего раствора составлял 300 л/га.

Видовой состав сорняков в посевах кукурузы определяли согласно существующим справочникам [8, 9, 10].

Опыты по изучению эффективности гербицидов в посевах кукурузы проводились согласно «Методическим указаниям...» [11]. Учет сорняков производился два раза. Первый (количественный) – через месяц после проведения химической обработки гербицидами, второй (количественный и весовой) – за месяц до уборки кукурузы.

Результаты исследований по биологической эффективности применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно представлены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние гербицидов на численность сорной растительности в посевах кукурузы (средние данные за 2013–2015 гг., первый учет)

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га, мл/га	Снижение численности сорняков, % к контролю												
		дрема белая	пырей ползучий	осот колючий	молочай прутевидный	марь белая	горец вьюнковый	горец шероховатый	пас-тушья сумка	падали-ца рапса	фиалка полевая	чистец полевой	просо куриное	вьюнок полевой
Контроль (без гербицидов) *	–	4,6	10,8	6,9	12,0	7,9	6,2	7,2	3,3	14,2	10,3	13,1	8,8	12,0
Титус, 25 % с.т.с. + ПАВ Тренд 90 (эталон)	0,050 + 200	89,9	100	99,5	85,6	35,1	35,1	38,7	100	97,6	95,3	100	98,7	85,4
Санкор, ВДГ	0,25	93,6	95,2	98,7	80,1	87,1	92,6	81,6	94,8	98,1	92,7	100	96,3	89,6
Санкор, ВДГ	0,28	95,6	100	99,6	85,4	92,1	93,7	88,1	100	100	94,2	100	96,3	96,8
Санкор, ВДГ	0,30	100	100	100	93,7	96,6	98,5	92,0	100	100	94,9	100	97,5	97,9
МайсТер пауэр, МД	1,0	100	100	98,3	100	88,5	100	100	98,4	97,6	97,1	100	100	100
МайсТер пауэр, МД	1,25	100	100	98,7	100	92,8	100	100	100	98,6	97,2	100	100	100
МайсТер пауэр, МД	1,5	100	100	100	100	98,4	100	100	100	99,50	97,8	100	100	100
Аденго, КС	0,3	100	75,1	92,5	85,2	54,6	100	100	100	99,5	97,1	100	91,3	95,4
Аденго, КС	0,35	100	79,2	97,8	90,3	56,6	100	100	100	99,5	98,5	100	93,8	96,5
Аденго, КС	0,4	100	86,1	99,5	94,3	59,4	100	100	100	100	98,5	100	93,9	100
Сулкотрек, СК	1,8	65,2	33,9	94,7	59,4	100	91,6	88,0	100	100	90,5	100	81,5	61,8
Сулкотрек, СК	1,9	68,7	39,7	100	64,2	100	93,7	89,3	100	100	94,9	100	83,5	67,1
Сулкотрек, СК	2,0	70,8	41,4	100	65,9	100	95,8	94,6	100	100	98,5	100	92,0	70,1

* – в контроле количество сорняков в шт/м².

Необходимость совершенствования ассортимента гербицидов в посевах кукурузы обусловлена целым рядом факторов. В первую очередь это образование резистентности к препарату и во вторую

очередь, поиск тех гербицидов, которые успешно снимают сорные растения, устойчивые к уже широко применяемым гербицидам.

На опытном поле в посевах встречались следующие сорняки: дрема белая (*Melandrium album*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), осот колючий (*Sonchus asper*), молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata*), марь белая (*Chenopodium album*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), горец шероховатый (*Polygonum scabrum*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), чистец полевой (*Stachys arvensis*), просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Из засорителей был рапс (*Brassica napus*). Из-за своих биологических особенностей они в разной степени поражаются изучаемыми гербицидами.

В качестве эталонного варианта был принят тутус, 25 % с.т.с. + ПАВ Тренд 90 с нормами расхода 50 г/га + 200 мл/га. В этом случае полностью погибали пырей ползучий, пастушья сумка и чистец полевой. В пределах 85,4–99,5 % снижалась численность дремы белой, осота колючего, молочая прутьевидного, пастушьей сумки, падалицы рапса, фиалки полевой, проса куриного, вьюнка полевого. Неудовлетворительно данный гербицид действовал на марь белую, горец вьюнковый, горец шероховатый.

Различная чувствительность сорных растений к гербицидам объясняется как свойствами самого организма, так и специальными защитными приспособлениями растений. В силу морфолого-анатомических, физиолого-биологических, эколого-биологических особенностей они способны противостоят поражению гербицидами.

Санкор, ВДГ применялся в трех дозировках: 0,25, 0,28, 0,30 кг/га. Данный препарат содержит в своем составе три компонента: римсульфурон, 4,3 %, никосульфурон, 12 % и мезотрион, 40 %.

Эффективность препарата увеличивается с увеличением его нормы расхода. Так, при применении 0,25 кг/га гербицида на 80,1–89,6 % снижалась численность молочая прутьевидного, мари белой, горца шероховатого, вьюнка полевого. Хорошо данная норма расхода препарата действовала на дрему белую, пырей ползучий, осот колючий, горец вьюнковый, пастушью сумку, падалицу рапса, фиалку полевую, просо куриное. Гибель сорняков достигала в этом случае 92,6–98,7 %. Чистец полевой погибал полностью.

В варианте с максимальной нормой расхода санкора, ВДГ (0,30 кг/га) из посевов кукурузы выпадали такие сорняки, как дрема белая, пырей ползучий, осот колючий, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой. Численность молочая прутьевидного, мари белой, горца вьюнкового, горца шероховатого, фиалки полевой, проса куриного, вьюнка полевого снижалась на 92,0–98,5 %.

Применение средней нормы расхода данного гербицида (0,28 кг/га) позволяло полностью исключить из агрофитоценоза пырей ползучий, пастушью сумку, чистец полевой, падалицу рапса. Численность дремы белой, осота колючего, мари белой, горца вьюнкового, фиалки полевой, проса куриного, вьюнка полевого снижалась на 92,1–99,6 %. Несколько хуже действовала данная норма расхода на молочай прутьевидный и горец шероховатый, здесь гибель сорняков составила 85,4–88,1 %.

Тенденция увеличения биологической эффективности препарата с увеличением нормы расхода сохранялась и при применении майсТера пауэр, МД, включающего в себя форамсульфурон, 31,5 г/л + йодсульфурон-метил-натрий, 1 г/л, тиенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамид, 15 г/л.

В варианте с минимальной нормой расхода (1,0 л/га) наблюдалась полная гибель в агрофитоценозе дремы белой, пырея ползучего, молочая прутьевидного, горца вьюнкового, горца шероховатого, чистеца полевого, проса куриного, вьюнка полевого. На 97,1–98,4 % снижалась численность осота колючего, пастушьей сумки, падалицы рапса, фиалки полевой. Несколько хуже действовала данная норма расхода на марь белую, здесь гибель сорняков составила 88,5 %.

Увеличение нормы расхода данного гербицида до 1,25 л/га позволило полностью уничтожить в посевах кукурузы дрему белую, пырей ползучий, молочай прутьевидный, горец вьюнковый, горец шероховатый, пастушью сумку, чистец полевой, просо куриное, вьюнок полевой. Численность осота колючего, мари белой, падалицы рапса, фиалки полевой снижалась на 92,8–98,7 %.

Применение для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы максимальной нормы майсТера пауэр, МД (1,5 л/га) позволило на 97,8–99,5 % снизить численность мари белой, падалицы рапса, фиалки полевой. Численность дремы белой, пырея ползучего, осота колючего, молочая прутьевидного, горца вьюнкового, горца шероховатого, пастушьей сумки, чистеца полевого, проса куриного, вьюнка полевого снижалась на 100 %.

В варианте с применением аденго, КС, 0,3 л/га (тиенкарбазон-метил, 90 г/л + изоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамид, 150 г/л) с нормой расхода 0,3 л/га полностью погибали в посевах кукурузы дрема белая, горец вьюнковый, горец шероховатый, пастушья сумка, чистец полевой. В пределах 92,5–99,5 % снижалась численность осота колючего, падалицы рапса, фиалки полевой, проса курино-

го, вьюнка полевого. На 75,1–85,2 % погибали пырей ползучий, молочай прутьевидный. Снижение численности мари белой в данном варианте составило лишь 54,6 %.

Увеличение нормы расхода аденго, КС до 0,35 л/га позволило повысить гибель сорняков. Также, как и при минимальной дозировке, из посевов кукурузы выпадали дрема белая, горец вьюнковый, горец шероховатый, пастушья сумка, чистец полевой. На 90,3–99,5 % снизилась численность осота колючего, молочая прутьевидного, падалицы рапса, фиалки полевой, проса куриного, вьюнка полевого. На 79,2 % снижалась численность пырея ползучего и на 56,6 % – мари белой.

Увеличение нормы расхода аденго, КС до 0,4 л/га позволило увеличить снижение мари белой до 59,4 %, пырея ползучего – до 86,1 %. Молочай прутьевидный, осот колючий, фиалка полевая, просо куриное погибали на 94,3–99,5 % по сравнению с контрольным вариантом. Полностью выпадали из агрофитоценоза при применении такой нормы расхода дрема белая, горец вьюнковый, горец шероховатый, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой, вьюнок полевой.

Применение для химической прополки кукурузы сулкотрека, СК, который имеет в своем составе два действующих вещества (сулкотрион, 173 г/л + тербутилазин, 327 г/л), также подтвердило гипотезу об уменьшении численности сорняков с увеличением нормы расхода препарата.

В варианте с применением сулкотрека с нормой расхода 1,8 л/га полностью погибали в агрофитоценозе мари белая, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой. Несколько хуже данная норма расхода действовала в отношении осота колючего, горца вьюнкового, фиалки полевой, гибель этих сорняков составила 90,5–94,7 %. На 81,5–88 % снижалась численность проса куриного и горца шероховатого. Дрема белая, вьюнок полевой, молочай прутьевидный погибали на 59,4–65,2 %. Неудовлетворительным было действие препарата на пырей ползучий, здесь численность сорняка снижалась на 33,9 % по сравнению с контрольным вариантом.

Увеличение нормы расхода препарата до 1,9 л/га позволило на 100 % уничтожить осот колючий, мари белую, пастушью сумку, падалицу рапса, чистец полевой. Численность горца вьюнкового, фиалки полевой уменьшалась на 93,7–94,9 %. На 83,5–89,3 % погибали по сравнению с контрольным вариантом просо куриное, горец шероховатый. Дрема белая, молочай прутьевидный, вьюнок полевой уменьшили свою численность на 64,2–68,7 %. Неудовлетворительным было действие препарата на пырей ползучий, его численность снижалась на 39,7 % по сравнению с контрольным вариантом.

Увеличение нормы расхода сулкотрека, СК до 2,0 л/га повышало биологическую эффективность препарата. Из агрофитоценоза полностью выпали осот колючий, мари белая, пастушья сумка, падалица рапса, чистец полевой, а горец вьюнковый, горец шероховатый, фиалка полевая, просо куриное на 92,0–98,5 % снизили свою численность по сравнению с контролем. На 65,9–70,8 % уменьшилась численность дремы белой, молочая прутьевидного, вьюнка полевого. Пырей ползучий снижал свою численность на 41,4 %.

При применении для химической прополки кукурузы гербицидов, ассортимент которых перечислен в табл. 2, установлено, что прибавка урожая увеличивается по мере увеличения нормы расхода препарата.

Таблица 2. Влияние гербицидов на урожайность и сопутствующие измерения габитуса растений в посевах кукурузы (средние данные за 2013–2015 гг.)

Вариант опыта	Норма расхода, кг/га, л/га	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса растения с початком, г	Масса початка в обертке, г	Высота прикрепления початка, см
Контроль (без гербицидов)	–	42,6	–	356,0	138,0	219,8	161,4	65,4
Титус, 25% с.т.с.+ ПАВ Тренд 90 (эталон)	0,050 + 200	91,4	48,8	491,3	152,6	456,2	249,4	70,4
Санкор, ВДГ	0,25	101,9	59,3	477,3	195,8	561,1	246,0	70,6
Санкор, ВДГ	0,28	110,4	67,8	519,3	218,9	667,8	292,3	73,1
Санкор, ВДГ	0,30	113,6	71,0	548,0	226,0	739,8	304,4	80,5
МайсТер пауэр, МД	1,0	120,6	78,9	504,6	222,7	744,2	304,4	65,6
МайсТер пауэр, МД	1,25	124,7	82,1	547,6	229,5	782,3	330,9	75,1
МайсТер пауэр, МД	1,5	139,4	96,8	589,6	236,6	947,4	393,4	77,1
Аденго, КС	0,3	108,0	65,4	511,6	204,0	637,1	287,4	77,6
Аденго, КС	0,35	111,4	68,8	525,6	213,0	735,5	318,2	80,1
Аденго, КС	0,4	116,9	74,3	566,3	219,2	839,7	363,0	89,6
Сулкотрек, СК	1,8	100,4	57,8	455,3	199,3	542,8	272,9	66,3
Сулкотрек, СК	1,9	102,9	60,3	482,3	219,4	681,6	307,8	82,2
Сулкотрек, СК	2,0	106,1	63,5	506,3	237,4	764,5	318,0	86,9
НСР ₀₅ 2013	–	1,9	–	–	–	–	–	–
НСР ₀₅ 2014	–	2,1	–	–	–	–	–	–
НСР ₀₅ 2015	–	2,0	–	–	–	–	–	–

Максимальная достоверная прибавка отмечена в варианте с использованием гербицида майсТера пауэр, МД, она составила 96,8 ц/га. При этом максимальным было число зерен в початке – 589,6 шт. и масса 1000 зерен – 236,6 г. Средняя за 2013–2015 гг. масса растения с початком составляла 947,4 г, а масса початка в обертке – 393,4 г. Высота прикрепления початка составила 77,1 см.

Несколько ниже у данного препарата был показатель урожайности при норме расхода 1,25 л/га. Здесь прибавка урожайности в среднем за три года исследований составила 82,1 ц/га по сравнению с контролем. Число зерен в початке составило 547,6 шт., а масса 1000 зерен – 229,5 г. Несколько ниже были масса растения с початком – 782,3 г и масса початка в обертке – 330,9 г. Высота прикрепления початка составила 75,1 см.

При минимальной норме расхода майсТера пауэр, МД (1,0 л/га) средняя достоверная прибавка зерна кукурузы составила 78,9 ц/га. Число зерен в початке также было ниже и составило 504,6 шт., а масса 1000 зерен – 222,7 г. В данном варианте опыта масса растения с початком составила в среднем за годы исследований 744,2 г, а масса початка в обертке – 304,4 г. Высота прикрепления початка – 65,6 см.

Обработка посевов кукурузы аденго, КС с нормой расхода 0,4 л/га позволила получить прибавку урожая 74,3 ц/га (в контрольном варианте урожайность составила 42,6 ц/га). При этом число зерен в початке составило 566,3 шт., а масса 1000 зерен – 219,2 г. Масса растения с початком в этом варианте составила в среднем за годы исследований 839,7 г, а масса початка в обертке – 363,0 г. Высота прикрепления початка – 89,6 см.

При средней норме расхода аденго, КС (0,35 л/га) достоверная прибавка урожая составила 68,8 ц/га. Число зерен в початке в данном варианте составило 525,6 шт., а масса 1000 зерен – 213 г. Масса растения с початком в этом случае составила в среднем 735,5 г, а масса початка в обертке – 318,2 г. Початок прикреплялся к стеблю на высоте 80,1 см.

При минимальной норме расхода аденго, КС (0,3 л/га) для обработки посевов кукурузы прибавка урожая составила 65,4 ц/га. Число зерен в початке при этом было ниже и составило 511,6 шт., а масса 1000 зерен – 204 г. Вес растения с початком также был минимальным по данному препарату и составил 637,1 г, а масса початка в обертке – 287,4 г. Початок прикреплялся к стеблю на высоте 77,6 см.

Санкор, ВДГ при применении с нормой расхода 0,3 кг/га позволил получить прибавку урожая 71,0 ц/га. При этом число зерен в початке в данном варианте составило 548,0 шт., а масса 1000 зерен – 226 г. Масса растения с початком здесь составила 739,8 г, а масса початка в обертке – 304,4 г. Высота прикрепления початка – 80,5 см.

При применении для химической прополки кукурузы санкора, ВДГ с нормой расхода 0,28 кг/га прибавка урожая составила 67,8 ц/га. Число зерен в початке составило 519,3 шт., а масса 1000 зерен – 218,9 г. Средняя масса растения с початком здесь составила 667,8 г, а масса початка в обертке – 292,3 г. Высота прикрепления початка – 73,1 см.

В варианте с минимальной нормой применения санкора, ВДГ (0,25 кг/га) достоверное превышение над контрольным вариантом составило 59,3 ц/га. Число зерен в початке в этом случае составило 477,3 шт., а масса 1000 зерен – 195,8 г. Средняя масса растения с початком составила 561,1 г, а масса початка в обертке – 246,0 г. Высота прикрепления початка – 70,6 см.

Санкор, ВДГ с нормой расхода 0,30 кг/га превысил урожайность по титусу, 25 % с.т.с. (эталон) на 22,2 ц/га. Число зерен в початке было выше на 56,7 шт., а масса 1000 зерен – на 73,4 г. Средняя масса растения с початком здесь была выше на 283,6 г, а масса початка в обертке – на 55 г. Высота прикрепления початка – на 10,1 см.

Минимальной была прибавка урожая в вариантах с применением сулкотрека, СК.

Так, в варианте с использованием максимальной нормы расхода данного препарата (2,0 л/га) она составила 63,5 ц/га. При этом число зерен в початке в этом случае составило 506,3 шт., а масса 1000 зерен – 237,4 г. Средняя масса растения с початком составила 764,5 г, а масса початка в обертке – 318,0 г. Высота прикрепления початка – 86,9 см.

Применение для химической прополки культуры сулкотрека, СК с нормой расхода 1,9 л/га позволило увеличить урожайность на 60,3 ц/га по сравнению с контролем. Число зерен в данном варианте составило в среднем за годы исследований 482,3 шт., а масса 1000 зерен – 219,4 г. Средняя масса растения с початком здесь составила 681,6 г, а масса початка в обертке – 307,8 г. Высота прикрепления початка – 82,2 см.

В варианте с сулкотреком, СК с нормой расхода 1,8 л/га достоверная прибавка урожая составила 57,8 ц/га. Число зерен в початке в среднем составило 455,3 шт., а масса 1000 зерен – 199,3 г. Средняя

масса растения с початком была равна в этом варианте 542,8 г, а масса початка в обертке – 272,9 г. Высота прикрепления початка – 66,3 см.

Заключение

1. Максимальная биологическая эффективность при применении гербицидов отмечена у препарата майсТера пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га. Гибель сорных растений в этом варианте составляет 97,8–100 %.

2. Максимальная прибавка урожайности при применении в посевах кукурузы гербицидов в чистом виде была в варианте майсТер пауэр, МД с нормой расхода 1,5 л/га, которая составила 96,8 ц/га. При этом число зерен в початке составило 589,6 шт., а масса 1000 зерен – 236,6 г. Максимальной была в данном варианте масса растения с початком – 947,4 г и масса початка в обертке – 393,4 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко, В. П. Защита кукурузы при интенсивных технологиях ее возделывания / В. П. Федоренко, Ю. М. Пашенко, Е. Л. Дудка // Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 17–24.

2. Сорные растения и совершенствование химического метода борьбы с ними в посевах кукурузы / А. В. Сташкевич [и др.]. – Минск: Колорград, 2020. – 314 с.

3. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.

4. Мовчан, И. Застосування гербіцидів у посівах кукурудзи: особливості та застереження / И. Мовчан // Зерно. – 2018. – № 3. – С. 134–138.

5. Сташкевич, А. В. Пороги вредоносности сорных растений в посевах кукурузы / А. В. Сташкевич, Н. С. Сташкевич, С. А. Колесник // Наука, производство, бизнес: современное состояние и пути инновационного развития аграрного сектора на примере агрохолдинга «Байсерке-Агро»: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслужен. деятеля Респ. Казахстан Т. М. Досмухамбетова, Алматы, 4–5 апр. 2019 г.: в 2 т. /под общ. ред.: Б. Т. Жумангулова, А. О. Сагитова, Н. М. Темирбекова. – Т. 2. – Алматы, 2019. – С. 110–115.

6. Крот, П. П. Борьба с сорняками на торфяных почвах / П. П. Крот. – Минск, 1982. – С. 4–11.

7. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 411 с.

8. Козлов, С. Н. Гербология: учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Минск: Диви-макс, 2015. – 436 с.

9. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шерснев. – Минск: Урожай, 1987. – 272 с.

10. Фисюнов, А. В. Сорные растения: альбом-определитель / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Ин-т защиты растений НАН Беларуси; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА ОСТРОГО ПО ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Н. В. ДЫДЫШКО, Т. В. НИКОНОВИЧ

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

(Поступила в редакцию 28.01.2022)

Создание гибридов перца остроуго направлено на получение образцов, обладающих высокими хозяйственно ценными признаками. Расчетным путем определены истинный гетерозис и степень доминирования. В статье приведена оценка 35 гибридов перца остроуго по основным хозяйственно ценным признакам: ранняя урожайность, общая урожайность, средняя масса плода. В результате исследований установлены максимальные значения эффекта гетерозиса по признаку ранняя урожайность у гибридных комбинаций Волгоград x Феферона красная, Волгоград x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Агдас x Феферона красная, Зимрид x Ёжик, Чегевара x Ёжик. Положительные значения гетерозиса по общей урожайности имели двадцать гибридных комбинаций, истинный гетерозис находился на уровне 3,8 (Лара x Ёжик) – 73,3% (Лара x Китай). Наибольший эффект гетерозиса по ранней урожайности и общей урожайности отмечен у гибридов, в качестве отцовского компонента у которых выступали сорта Ёжик и Китай. По признаку масса плода двадцать четыре комбинации превзошли стандарт со значениями признака от 12,8 г до 28,5г. Наибольшая масса плода отмечена у гибридов Девиатка x Феферона красная, Девиатка x Ёжик, Лара x Ёжик, Агдас x Каин, Агдас x Ёжик. Изучение эффекта гетерозиса по массе плода позволило выявить четыре комбинации, имеющие положительные значения гетерозиса: Волгоград x Ёжик, Халапеньо x Красный дракон., Халапеньо x Ёжик, Чегевара x Феферона красная. По итогам испытаний определены образцы Агдас x Ёжик, Халапеньо x Ёжик, Лара x Ёжик, которые сочетали высокую урожайность и значительный гетерозисный эффект по изучаемым признакам.

Ключевые слова: перец острый, гибрид, хозяйственно ценные признаки, истинный гетерозис, степень доминирования.

The creation of hot pepper hybrids is aimed at obtaining samples with high economically valuable traits. The true heterosis and the degree of dominance were determined by calculation. The article provides an assessment of 35 hybrids of hot pepper according to the main economically valuable traits: early yield, total yield, average fruit weight. As a result of the research, we have established the maximum values of heterosis effect according to the indicator of early yield in hybrid combinations Volgograd x Feferona red, Volgograd x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Agdas x Feferona red, Zimrid x Hedgehog, Chegevara x Hedgehog. Twenty hybrid combinations had positive values of heterosis in terms of total yield, true heterosis was at the level from 3.8 (Lara x Hedgehog) to 73.3 % (Lara x China). The greatest effect of heterosis according to early yield and overall yield was noted in hybrids, in which the varieties Hedgehog and China were the paternal component. Twenty-four combinations outperformed the standard in terms of fruit weight, with trait values ranging from 12.8 g to 28.5 g. The largest fruit mass was noted in the hybrids Deviatka x Feferona red, Deviatka x Hedgehog, Lara x Hedgehog, Agdas x Cain, Agdas x Hedgehog. The study of heterosis effect according to the weight of the fruit made it possible to identify four combinations with positive heterosis values: Volgograd x Hedgehog, Jalapeno x Red Dragon, Jalapeno x Hedgehog, Chegevara x Feferona red. According to the test results, samples of Agdas x Hedgehog, Jalapeno x Hedgehog, Lara x Hedgehog were identified, which combined high yields and a significant heterotic effect according to the studied traits.

Key words: hot pepper, hybrid, economically valuable traits, true heterosis, degree of dominance.

Введение

Явление гетерозиса, известное как превосходство гибридов F₁ над родительскими образцами, эффективно используется в сельскохозяйственной практике. Гетерозисом обычно называют гибридную силу, которая в наибольшей степени проявляется в первом поколении и снижается при последующих пересевах. Причины гетерозиса до сих пор не выяснены полностью, но большинство исследователей считают, что более мощное развитие вегетативных, генеративных органов и целого ряда полезных хозяйственно биологических признаков проявляется за счет доминирования или сверхдоминирования соответствующих генов, объединившихся от различных родителей в одном генотипе [9].

Только у отдельных гибридных комбинаций проявляется эффект гетерозиса. Более того, гетерозис может касаться лишь определенных признаков растения. Различают: репродуктивный гетерозис, который выражается в лучшем развитии органов размножения, приводит к повышению урожайности плодов и семян; соматический гетерозис, приводящий к мощному развитию вегетативной массы; приспособительный, или адаптивный гетерозис, который выражается в общем повышении жизнеспособности [5].

Изучение гетерозиса у перца начато намного позже, чем у других овощных культур. Первые межсортные скрещивания для создания гетерозисных гибридов были проведены в Болгарии в середине минувшего века. Полученные гибриды превосходили по общей урожайности родителей на 4,2–26,1 %. Эти результаты стимулировали исследования по практическому использованию эффекта гетерозиса в культуре не только перца сладкого, но и перца остроуго.

Наиболее крупными производителями перца остроуго в Европе являются Испания, Венгрия, Болгария, Турция, Югославия. Большие площади под культуру отведены в Мексике, США, Индии, Корее, Китае, странах Северной Африки, Бирме, странах Закавказья. В настоящее время, в связи с растущим спросом на эту культуру, активно ведется селекционная работа [8].

Современный сортимент перца остроуго отечественной селекции представлен лишь отдельными

сортами, из этого следует необходимость создавать новые высокоурожайные, экологически стабильные с высоким качеством плодов сорта и гибриды.

Основная часть

Целью данной работы являлось изучение проявления эффекта гетерозиса у гибридов F₁ перца острого. Объектом исследования являлись сорта и гибриды перца острого, полученные по схеме топкросса. Работа проводилась в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в 2018–2020 годы на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии. Закладка опыта осуществлялась с использованием общепринятых методик и методических указаний [3].

В схеме топкросса для получения гибридов в качестве исходных образцов использовались сорта и линии: Китай, Феферона красная, Красный дракон, Каин, Девятка, Волгоград, Лара, Халапеньо, Агдас, Зимрид, Чегевара, Ежик. Стандартом служил сорт Ежик. Сборы плодов проводились при появлении характерной для образца окраски, в начале биологической спелости. Истинный гетерозис определялся по методу Д.С. Омарова [6].

Истинный гетерозис (Гист.)– это превышение значения признака у гибрида F₁ над значением признака у лучшей родительской линии [(F₁ – Р лучш.) / Р лучш.] × 100, выраженное в процентах.

Степень доминирования (Нр) 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, Мр – среднее значение признака у исходных образцов [1]. Отрицательное доминирование проявляется при Нр < -1; промежуточное наследование – при Нр от -1 до 1; положительное сверхдоминирование (гетерозис) – Нр > 1.

В процессе исследований проанализированы хозяйственно ценные признаки у 35 гибридных комбинаций перца острого, определены значения истинного гетерозиса и степень доминирования у гибридов первого поколения по признакам продуктивности и массе плода.

Таблица 1. Проявление эффекта гетерозиса и степени доминирования у гибридов F₁ перца острого по ранней урожайности в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Ранняя урожайность кг/м ²			Нр	Г _{ист.} , %
	Р♀	Р♂	F ₁		
♀Девятка x ♂Каин	0,70	0,44	0,77	5,2	10,0
♀Девятка x ♂Китай	0,70	0,0	0,72	1,0	2,9
♀Девятка x ♂Феферона красная	0,70	0,20	0,84	1,0	20,0
♀Девятка x ♂Красный дракон	0,70	0,32	0,62	-2,2	-11,4
♀Девятка x ♂Ежик	0,70	0,10	0,86	1,1	22,9
♀Волгоград x ♂Каин	0,39	0,44	0,69	28,1	56,8
♀Волгоград x ♂Китай	0,39	0,0	0,29	-1,0	-25,6
♀Волгоград x ♂Феферона красная	0,39	0,20	0,78	1,3	100,0
♀Волгоград x ♂Красный дракон	0,39	0,32	0,37	-0,1	-5,1
♀Волгоград x ♂Ежик	0,39	0,10	0,81	1,8	107,7
♀Лара x ♂Каин	0,62	0,44	1,01	0,2	62,9
♀Лара x ♂Китай	0,62	0,0	0,48	1,2	-22,6
♀Лара x ♂Феферона красная	0,62	0,20	0,64	1,6	3,2
♀Лара x ♂Красный дракон	0,62	0,32	0,96	6,8	54,8
♀Лара x ♂Ежик	0,62	0,10	0,79	2,3	27,4
♀Халапеньо x ♂Каин	0,17	0,44	0,34	0,3	-22,7
♀Халапеньо x ♂Китай	0,17	0,0	0,14	1,1	-17,6
♀Халапеньо x ♂Феферона красная	0,17	0,20	0,39	3,0	95,0
♀Халапеньо x ♂Красный дракон	0,17	0,32	0,19	-0,4	-40,6
♀Халапеньо x ♂Ежик	0,17	0,10	0,36	4,3	111,8
♀Агдас x ♂Каин	0,28	0,44	0,43	-0,1	-2,3
♀Агдас x ♂Китай	0,28	0,0	0,36	1,0	28,6
♀Агдас x ♂Феферона красная	0,28	0,20	0,67	-4,9	139,3
♀Агдас x ♂Красный дракон	0,28	0,32	0,40	-0,6	25,0
♀Агдас x ♂Ежик	0,28	0,10	0,29	0,7	3,6
♀Зимрид x ♂Каин	0,22	0,44	0,49	0,9	11,4
♀Зимрид x ♂Китай	0,22	0,0	0,24	-5,9	9,1
♀Зимрид x ♂Феферона красная	0,22	0,20	0,44	4,7	100,0
♀Зимрид x ♂Красный дракон	0,32	0,32	0,52	5,0	62,5
♀Зимрид x ♂Ежик	0,22	0,10	0,59	3,5	168,2
♀Чегевара x ♂Каин	0,16	0,44	0,29	0,6	-34,1
♀Чегевара x ♂Китай	0,16	0,0	0,17	0,8	6,3
♀Чегевара x ♂Феферона красная	0,16	0,20	0,36	12,4	80,0
♀Чегевара x ♂Красный дракон	0,16	0,32	0,14	-1,3	-56,3
♀Чегевара x ♂Ежик	0,16	0,10	0,34	3,7	112,5
Ежик		0,10			

Данные табл. 1 свидетельствуют, что в зависимости от генотипа исходных родительских образцов и комбинации их скрещивания наблюдались различия по признаку ранняя урожайность между родительскими формами и гибридами. Наибольшим показателям среди родителей характеризовались образцы с урожайностью 0,7 кг/м², а наименьшую – 0,1 кг/м². За анализируемый период по признаку ранняя урожайность все гибридные комбинации превзошли сорт стандарт в 1,5–9 раз. Максимальное положительное значения истинного гетерозиса от 100 до 167 % отмечено у гибридов: Волгоград х Феферона красная, Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Феферона красная, Зимрид х Ёжик, Чегевара х Ёжик. Показатель сверхдоминирования установлен у 17 образцов, его значение варьировало от 1,1 до 28,1, четыре образца имели отрицательное сверхдоминирование.

В табл. 2 представлен эффект гетерозиса и характер наследования по общей урожайности. По данному признаку гибридные комбинации находились на уровне или выше стандарта со значениями от 2,6 кг/м² до 3,2 кг/м². Лучшими из них являлись Агдас х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Девятка х Китай, Лара х Ёжик, Девятка х Ёжик, Халапеньо х Ёжик. Положительные значения гетерозиса наблюдались у семнадцати образцов с показателями от 3,8 до 73,3 %. По общей урожайности выявлено положительное сверхдоминирование у 57,2 % или 20 гибридов. Степень доминирования признака находилась в пределах от -1,5 до 10,2, что свидетельствует о большой вариабельности данного признака у гибридных комбинаций.

Таблица 2. Проявление эффекта гетерозиса и степени доминирования у гибридов F₁ перца острого по общей урожайности в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Общая урожайность кг/м ²			H _p	Гист., %
	P♀	P♂	F ₁		
♀Девятка х ♂Каин	2,3	2,2	2,2	1,6	-4,3
♀Девятка х ♂Китай	2,3	1,0	3,0	10,2	30,4
♀Девятка х ♂Феферона красная	2,3	1,3	2,4	1,4	4,3
♀Девятка х ♂Красный дракон	2,3	1,6	2,4	1,3	4,3
♀Девятка х ♂Ёжик	2,3	2,6	2,9	8,4	11,5
♀Волгоград х ♂Каин	1,5	2,2	2,2	0,0	0,0
♀Волгоград х ♂Китай	1,5	1,0	2,1	0,9	-4,5
♀Волгоград х ♂Феферона красная	1,5	1,3	2,3	1,3	4,5
♀Волгоград х ♂Красный дракон	1,5	1,6	1,8	-1,0	-18,2
♀Волгоград х ♂Ёжик	1,5	2,6	3,2	0,8	23,1
♀Лара х ♂Каин	2,2	2,2	2,4	1,5	9,1
♀Лара х ♂Китай	2,2	1,0	2,6	8,8	73,3
♀Лара х ♂Феферона красная	2,2	1,3	1,8	8,9	20,0
♀Лара х ♂Красный дракон	2,2	1,6	2,6	2,4	62,5
♀Лара х ♂Ёжик	2,2	2,6	2,7	0,9	3,8
♀Халапеньо х ♂Каин	1,6	2,2	2,3	4,8	4,5
♀Халапеньо х ♂Китай	1,6	1,0	2,2	9,8	37,5
♀Халапеньо х ♂Феферона красная	1,6	1,3	2,3	2,4	43,8
♀Халапеньо х ♂Красный дракон	1,6	1,6	2,2	0,0	37,5
♀Халапеньо х ♂Ёжик	1,6	2,6	2,6	1,9	0,0
♀Агдас х ♂Каин	2,1	2,2	1,7	-0,6	-22,7
♀Агдас х ♂Китай	2,1	1,0	1,9	0,8	-9,5
♀Агдас х ♂Феферона красная	2,1	1,3	1,9	0,4	-9,5
♀Агдас х ♂Красный дракон	2,1	1,6	1,9	0,0	-9,5
♀Агдас х ♂Ёжик	2,1	2,6	3,2	1,7	23,1
♀Зимрид х ♂Каин	1,7	2,2	1,9	-1,5	-13,6
♀Зимрид х ♂Китай	1,7	1,0	1,7	2,0	0,0
♀Зимрид х ♂Феферона красная	1,7	1,3	2,0	2,2	17,6
♀Зимрид х ♂Красный дракон	1,7	1,6	2,0	1,8	17,6
♀Зимрид х ♂Ёжик	1,7	2,6	2,4	0,3	-7,7
♀Чегевара х ♂Каин	1,3	2,2	1,3	-0,7	-40,9
♀Чегевара х ♂Китай	1,3	1,0	1,4	0,0	7,7
♀Чегевара х ♂Феферона красная	1,3	1,3	1,5	3,7	15,4
♀Чегевара х ♂Красный дракон	1,3	1,6	1,1	2,0	-31,3
♀Чегевара х ♂Ёжик	1,3	2,6	1,9	0,1	-26,9
Ёжик		2,6			

Изучение эффекта гетерозиса и степени доминирования по массе плода (табл. 3) позволило выявить четыре комбинации, имеющие положительные значения гетерозиса и сверхдоминирование по данному признаку: Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Красный дракон, Халапеньо х Ёжик.

Анализ признака масса плода показал, что 24 комбинации превзошли стандарт со значениями от 12,8 г до 28,5 г. Однако, нами выявлено, что гибрид Чегевара х Феферона красная сформировал плоды массой 8,1 г при эффекте гетерозиса 24,6 %, а комбинация скрещивания Агдас х Ёжик с массой плода 28,5 г имела отрицательное значение гетерозиса -28,8 %. Это свидетельствует о том, что гибриды, имеющие высокое значение истинного гетерозиса по определенному признаку, не всегда оказываются лучшими по этому признаку [1, 5, 6].

Таблица 3. Проявление гетерозиса и степени доминирования у гибридов перца острого F₁ по массе плода в среднем за 2018–2020 годы

Комбинация скрещивания	Масса плода г			Hр	Гист., %
	Р♀	Р♂	F ₁		
♀ Девятка х ♂ Каин	51,7	13,3	24,5	-0,4	-52,6
♀ Девятка х ♂ Китай	51,7	3,5	22,6	0,0	-56,3
♀ Девятка х ♂ Феферона красная	51,7	5,8	24,7	-0,1	-52,2
♀ Девятка х ♂ Красный дракон	51,7	11,1	21,8	-0,5	-57,8
♀ Девятка х ♂ Ёжик	51,7	12,2	27,3	-0,2	-47,2
♀ Волгоград х ♂ Каин	15,2	13,3	11,4	0,0	-25,0
♀ Волгоград х ♂ Китай	15,2	3,5	6,2	-0,6	-59,2
♀ Волгоград х ♂ Феферона красная	15,2	5,8	8,8	-0,3	-42,1
♀ Волгоград х ♂ Красный дракон	15,2	11,1	9,2	-2,2	-39,5
♀ Волгоград х ♂ Ёжик	15,2	12,2	15,4	1,5	1,3
♀ Лара х ♂ Каин	26,2	13,3	22,9	0,4	-12,6
♀ Лара х ♂ Китай	26,2	3,5	11,3	-0,3	-56,9
♀ Лара х ♂ Феферона красная	26,2	5,8	17,2	0,1	-34,4
♀ Лара х ♂ Красный дракон	26,2	11,1	20,1	0,2	-23,3
♀ Лара х ♂ Ёжик	26,2	12,2	25,0	0,8	-4,6
♀ Халапеньо х ♂ Каин	18,5	13,3	17,4	-4,2	-5,9
♀ Халапеньо х ♂ Китай	18,5	3,5	13,4	0,3	-27,6
♀ Халапеньо х ♂ Феферона красная	18,5	5,8	14,1	0,4	-23,8
♀ Халапеньо х ♂ Красный дракон	18,5	11,1	18,7	1,5	1,1
♀ Халапеньо х ♂ Ёжик	18,5	12,2	19,1	1,2	3,2
♀ Агдас х ♂ Каин	40,0	13,3	26,8	0,0	-33,0
♀ Агдас х ♂ Китай	40,0	3,5	13,2	-0,5	-67,0
♀ Агдас х ♂ Феферона красная	40,0	5,8	20,2	-0,2	-49,5
♀ Агдас х ♂ Красный дракон	40,0	11,1	19,2	-0,4	-52,0
♀ Агдас х ♂ Ёжик	40,0	12,2	28,5	-0,5	-28,8
♀ Зимрид х ♂ Каин	24,9	13,3	16,4	-0,6	-34,1
♀ Зимрид х ♂ Китай	24,9	3,5	11,9	-0,2	-52,2
♀ Зимрид х ♂ Феферона красная	24,9	5,8	12,8	-0,2	-48,6
♀ Зимрид х ♂ Красный дракон	24,9	11,1	18,8	0,2	-24,5
♀ Зимрид х ♂ Ёжик	24,9	12,2	24,1	1,0	-3,2
♀ Чегевара х ♂ Каин	6,5	13,3	8,9	-0,2	-33,1
♀ Чегевара х ♂ Китай	6,5	3,5	5,5	0,9	-15,4
♀ Чегевара х ♂ Феферона красная	6,5	5,8	8,1	5,8	24,6
♀ Чегевара х ♂ Красный дракон	6,5	11,1	9,4	0,0	-15,3
♀ Чегевара х ♂ Ёжик	6,5	12,2	10,7	0,4	-12,3
Ёжик			12,2		

Закключение

По результатам трехлетних исследований выделены лучшие гибридные комбинации по ранней (0,2–1,0 кг/м²) урожайности: Волгоград х Феферона красная, Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Агдас х Феферона красная, Зимрид х Ёжик, Чегевара х Ёжик. По общей урожайности (2,6–3,2 кг/м²) – это гибриды Агдас х Ёжик, Волгоград х Ёжик, Девятка х Китай, Лара х Ёжик, Девятка х Ёжик, Халапеньо х Ёжик. Большинство изучаемых комбинаций скрещивания характеризовались проявлением положительного истинного гетерозиса.

Положительный эффект гетерозиса и сверхдоминирование по массе плода наблюдался у гибридов: Волгоград х Ёжик, Халапеньо х Красный дракон, Халапеньо х Ёжик.

По итогам испытаний были выделены гибридные комбинации: Агдас х Ёжик, Халапеньо х Ёжик, Лара х Ёжик, сочетающие высокую урожайность, массу плода и обладающие значительным эффектом гетерозиса по изучаемым признакам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
2. Гуляев, Г. В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции и семеноводству и семеноведению / Г. В. Гуляев,

В. В. Мальченко. – М.1983. – 240 с.

3. 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.

4. Моисеева, М. О. Создание и оценка гетерозисных гибридов перца сладкого в необогреваемых пленочных теплица: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. О. Моисеева. – Горки, 2016. – 22 с.

5. Омаров Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос, 1975. – С. 123-127.

6. Особенности проявления гетерозиса и характер наследования признаков у гибридов F₁ перца сладкого в грунтовых теплицах Н. А. Невестенко, Н. Ю Лещина, И. Г. Пугачева, М. М. Добродькин, Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №2. – С. 129–133.

7. 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.

8. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М., 2012. – 248 с.

9. Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: Учебное пособие для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных высших учебных заведений / Г. И. Тарануха. – Минск: Ураджай, 2001. – 314 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.113-592.004.58

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВОГО ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

В. Г. КОСТЕНИЧ, И. И. БОНДАРЕНКО, В. В. МИХАЛКОВ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: kaf.tia@bsatu.by

В. А. БЕЛОУСОВ

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

(Поступила в редакцию 05.01.2022)

В современном тракторостроении вследствие усложнения конструкции силовых агрегатов возрастает роль качества проведения технического обслуживания, влияющего на их надежность и безопасность в эксплуатации. Бортовое диагностирование тракторов позволяет прогнозировать сроки службы их узлов в процессе эксплуатации и техническое состояние без их разборки, т.е. фактически управлять их техническим состоянием. Данная разработка способствует снижению времени простоя тракторов, обеспечивает значительную экономию средств на их обслуживание и ремонт. Выполнение необходимых и обоснованных операций по обслуживанию и ремонту сокращает расход материальных средств на запасные части и топливно-смазочные материалы. Так, своевременное обслуживание и устранение неисправностей в системах питания двигателя, агрегатах трансмиссии или ходовой части на 10–15 % повышает топливно-экономические показатели двигателя, на 20–30 % – экологические показатели, повышает безопасность эксплуатации тракторов.

В процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания масло подвергается количественным и качественным изменениям. Количественные изменения происходят при испарении легких фракций масла, его сгорании в цилиндрах двигателя. Качественные изменения обусловлены старением масла и химическими превращениями его компонентов, накоплением в нем продуктов изнашивания и несгоревшего топлива. Уменьшение количества и ухудшения качества масла в современных высокофорсированных двигателях может в итоге привести к их отказу. В статье представлена новая методика и процесс бортового мониторинга степени выработки и определения порогового значения предельной выработки ресурса моторного масла по комплексному показателю. Представлена структурная схема системы бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла. На основании полученных результатов установлен математически показатель, учитывающий суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя и количество циклов его пуска для трактора «Беларус», находящегося в реальных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: трактор, моторное масло, ресурс, пороговое значение, двигатель.

In modern tractor construction, due to the complexity of the design of power units, the role of the quality of maintenance, which affects their reliability and safety in operation, increases. On-board diagnostics of tractors makes it possible to predict the service life of their components during operation and the technical condition without disassembling them, i.e. actually manage their technical condition. This innovation contributes to reducing tractor downtime, provides significant savings in funds for their maintenance and repair. Performing necessary and justified maintenance and repair operations reduces the cost of material resources for spare parts and fuel and lubricants. Thus, timely maintenance and troubleshooting in the engine power systems, transmission units or running gear increases the fuel and economic performance of the engine by 10–15 %, environmental performance by 20–30 %, and increases the safety of tractor operation.

During the operation of internal combustion engines, the oil undergoes quantitative and qualitative changes. Quantitative changes occur during the evaporation of light oil fractions, its combustion in the engine cylinders. Qualitative changes are due to the aging of the oil and the chemical transformations of its components, the accumulation of wear products and unburned fuel in it. Reducing the amount and deterioration of oil in modern high-powered engines can eventually lead to their failure. The article presents a new methodology and process for on-board monitoring of the degree of depletion and determination of the threshold value for the ultimate depletion of an engine oil resource in terms of a complex indicator. A block diagram of the on-board monitoring system for the degree of engine oil resource depletion is presented. Based on the results obtained, a mathematical indicator was established that takes into account the total amount of fuel consumed in various engine operating modes and the number of start-up cycles for the Belarus tractor in real operating conditions.

Key words: tractor, motor oil, resource, threshold value, engine.

Введение

Были проведены лабораторные и эксплуатационные испытания на тракторе Беларус-925М, который является учебным трактором и принадлежит УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», и на тракторе Беларус-952, находящемся в реальных условиях эксплуатации. Данные испытания подтверждают, что между общим количеством израсходованного двигателем топлива и уровнем загрязнения, при котором он в состоянии продолжать нормальную работу, существует положительное соотношение. Моторное масло имеет ограничение на количество загрязнений, которое оно может поглотить без нарушения своих функций. Соотношение между расходом топлива и загрязнением масла является критерием для выбора интервала замены масла по его фактическому состоянию [1, 2].

Проанализировав инструкции по эксплуатации двигателей ряда тракторов и автомобилей, была выявлена закономерность, что изготовитель обычно устанавливает наработку двигателя трактора в часах или пробега автомобиля в километрах до замены масла. При работе тракторов было установлено, что замена моторного масла в новых двигателях и двигателях, работающих в более благоприятных условиях, происходит преждевременно и представленные образцы моторного масла М14Г₂, слитые из двигателей при плановой его замене, являлись работоспособными. В то же время в некоторых двигателях (чаще из-за неполадок в системах охлаждения и топливоподачи) масло становится неработоспособным до того, как оно должно быть заменено по инструкции [3].

При рассмотрении образцов масла было выявлено ухудшение его качества в связи с накоплением в нем продуктов неполного сгорания топлива, что обусловлено техническим состоянием двигателя. Полученные показатели образцов приводили к снижению вязкости, ухудшению смазывающих способностей, нарушениям режима жидкостного трения.

В продуктах сгорания имеется большое количество коррозионно-активных оксидов. Вследствие этого ускоряется образование продуктов окисления, находящихся в масле как в растворенном, так и во взвешенном состоянии. На изменение свойств масел существенное влияние оказывают также температурный режим и техническое состояние двигателя. Скорость окисления и загрязнения значительно выше при работе масел в изношенных двигателях, когда увеличен прорыв газов в картер и повышена температура двигателей, а также при работе двигателя с перегрузкой или в неустойчивом режиме.

Скорость срабатывания введенных в масло присадок зависит от теплового режима деталей двигателя, его технического состояния, условий эксплуатации, качества используемого топлива. Срабатывание присадок приводит к изменению многих показателей качества масла: снижению щелочного числа, ухудшению моюще-диспергирующих свойств, повышению коррозии т.д.

Согласно результатам, полученным при обработке образцов моторного масла, пришли к выводу, что при работе двигателя в масле происходят значительные изменения: накапливаются продукты превращения углеводородов масла, загрязнения, попавшие с воздухом и топливом, увеличивается количество агрессивных соединений.

Для установления сроков службы масла в двигателях применяют так называемые браковочные показатели, при достижении которых масло следует заменить. Браковочными показателями служат изменение вязкости, температуры вспышки, щелочности, содержание загрязняющих примесей, воды и топлива, значение диспергирующих свойств и др. Но определение браковочных показателей требует специального дорогостоящего лабораторного оборудования.

Целью данной работы является определение порогового значения показателей моторного масла для тракторов семейства «Беларус».

Основная часть

Рассмотрим новый метод бортового мониторинга и определения порогового значения предельной выработки ресурса моторного масла. Структурная схема системы бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла представлена на рис. 1.

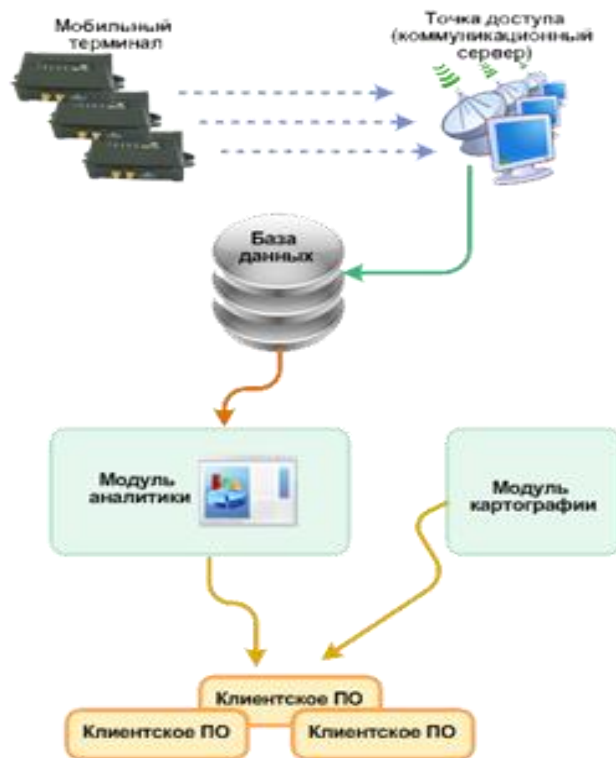


Рис. 1. Структурная схема системы бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла

Данный метод бортового мониторинга выработки ресурса моторного масла отличается от традиционного, основанного на часах работы двигателя [1, 3].

Были проведены испытания по изменению основных свойств моторного масла по комплексному показателю, учитывающему суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя Д-245.5S2 и количество циклов его пуска, которые проводились на учебном тракторе Беларус-925М, принадлежащем УО БГАТУ, и на тракторе Беларус-952, который находился в реальных условиях эксплуатации и принадлежал СПК «Радонежское», д. Корчицы, Кобринского района, Брестской области, с установленной на них телематической системой контроля расхода топлива и режимов работы силового агрегата фирмы СП «Технотон». Разработанная схема соединения компонентов телематической системы для проведения исследований приведена на рис. 2.

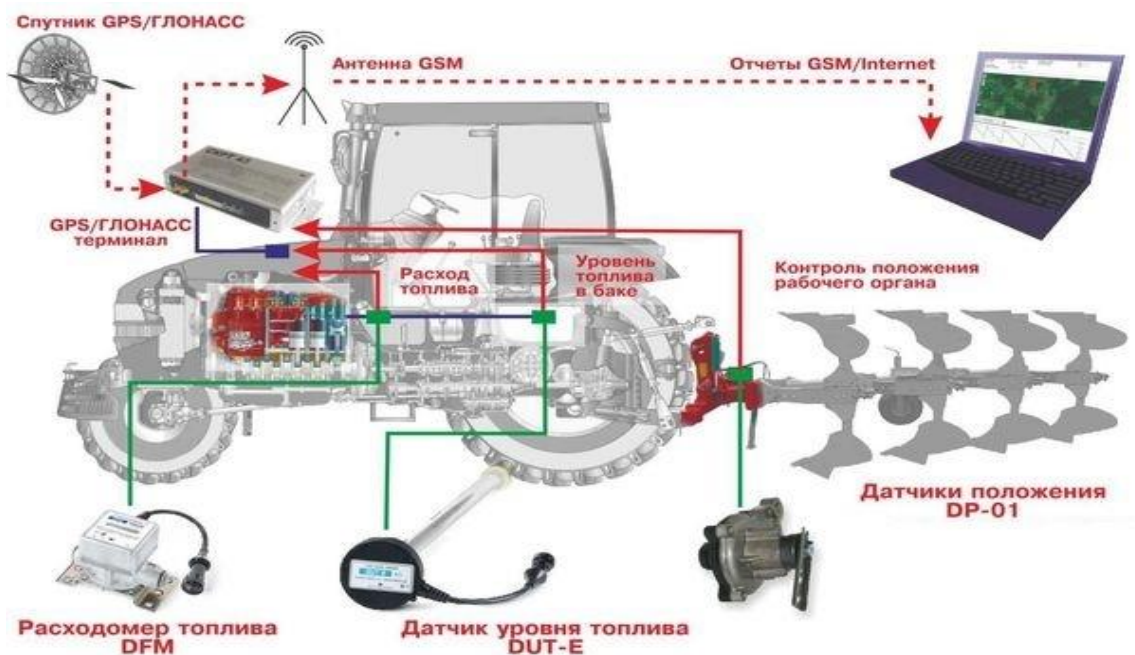


Рис. 2. Схема телематической системы для проведения исследований

При проведении испытаний учитывались регламентные сроки замены моторного масла, прописанные в инструкции по эксплуатации [4], в соответствии с которыми замена масла производится через 250 часов работы двигателя. Проверялась также и гипотеза о зависимости скорости изменения свойств моторного масла не только от времени, но и от режимов работы двигателя и значения щелочного и кислотного чисел свежего масла, залитого в двигатель.

Для проведения лабораторных исследований выполнялся отбор проб моторного масла в объеме 80 мл через каждые 85–90 часов работы трактора. При этом регистрировались параметры времени работы, суммарного расхода топлива и количество циклов «пуск–работа–останов двигателя» на момент забора пробы. Материалы проб для анализа были представлены в ЦЗЛ Химико-технологическая лаборатория ОАО «Минский тракторный завод», где определялось щелочное и кислотное число каждой пробы, темп изменения которых по результатам многих исследований является одним из основных показателей сохранения качественных характеристик и смазывающих свойств моторного масла в процессе эксплуатации. Щелочное и кислотное число каждой пробы масла сравнивались со щелочным и кислотным числом свежего масла, а затем строилась графическая зависимость темпа изменения указанных показателей в процессе проведения исследований.

Данные испытания проводились на тракторах Беларус-925М и Беларус-952 (подконтрольный, находящийся в условиях реальной эксплуатации), оснащенных аналогичными двигателями, и проводились сравнительные анализы результатов. Были получены сводные отчеты по эксплуатации тракторов при выполнении ими различных видов работ и на разных режимах работы двигателя, анализируя которые было выявлено, что трактор Беларус-952 отработал 93 дня (согласно протоколу испытаний). В день в среднем осуществлялось 5 пусков двигателя и, как минимум, первый пуск – пуск не прогретого до +40 °С двигателя.

Таким образом, так как трактор проработал 93 дня и, в среднем, выполнялось 5 пусков двигателя в день, были рассчитаны показатели: общее количество пусков двигателя $m = 93 \cdot 5 = 465$, из них как минимум $m_1 = 93$ – не прогретого до +40 °С, а прогретого свыше +40 °С – $m_2 = 465 - 93 = 372$ пуска (согласно полученным отчетам исследования).

Проведен анализ графиков зависимости часового расхода топлива от температуры и частоты вращения коленчатого вала двигателя колесного трактора за цикл «пуск–прогрев–работа–останов», на основании полученных результатов пришли к выводу, что прогрев двигателя до +40 °С занимает 15 минут, что составляет 0,25 часа. Если принять регламентированный производителем срок замены моторного масла через 250 часов работы двигателя, то это составит $250 : 0,25 = 1000$ пусков двигателя. Следовательно, коэффициент выработки ресурса моторного масла при пуске двигателя, не прогретого до +40 °С, составит $k_1 = 0,001$.

Объем топлива, израсходованного двигателем за 250 часов его работы (периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом-изготовителем), соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла (пороговое значение), рассчитывался по следующей формуле и заносился в память бортового компьютера:

$$V_0 = \frac{Gt}{\rho} = \frac{19,44 \cdot 250}{0,84} = 5785,7 \text{ л}, \quad (1)$$

где G – часовой расход топлива, кг/ч; t – периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом-изготовителем, ч; ρ – плотность дизельного топлива, г/см³.

Часовой расход топлива для двигателя Д-245.5S2, установленного на тракторе Беларус-952, определялся по формуле:

$$G = \frac{g_e N_e}{10^3} = \frac{240 \cdot 81}{1000} = 19,44 \text{ кг/ч}, \quad (2)$$

где g_e – эффективный удельный расход топлива, г/кВт·ч; N_e – номинальная мощность двигателя, кВт.

Объем израсходованного двигателем топлива при полной выработке ресурса моторного масла по новому методу составил 3240 л.

После проведенных испытаний в реальных условиях эксплуатации колесного трактора можно сделать вывод, что оценку степени выработки и величину остаточного ресурса моторного масла в процессе эксплуатации более целесообразно производить не по времени работы, а по комплексному показателю (формула (3)), учитывающему суммарный расход топлива (характеризующий температурные условия и режимы работы контролируемого объекта) и количество циклов пуска двигателя:

$$\Delta = \left(\frac{\sum_{p=1}^n V_p}{V_0} + m_1 k_1 + m_2 k_2 \right) \cdot 100 \% = \left(\frac{3240}{5785,7} + 93 \cdot 0,001 + 372 \cdot 0,0009 \right) \cdot 100 \% = 100 \% , \quad (3)$$

где V_p – объем израсходованного двигателем топлива при p -м цикле «пуск–работа–останов двигателя», л; $p = 1, 2, \dots, n$; n – количество циклов; V_0 – объем израсходованного двигателем топлива за 250 часов его работы (периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом-изготовителем), соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла (пороговое значение рассчитывается по формуле (1)), л; m_1, m_2 – количество циклов пуска двигателя, не прогретого до $+40$ °С и прогретого свыше $+40$ °С соответственно; k_1, k_2 – коэффициенты выработки ресурса моторного масла при пуске двигателя не прогретого до $+40$ °С и прогретого свыше $+40$ °С соответственно.

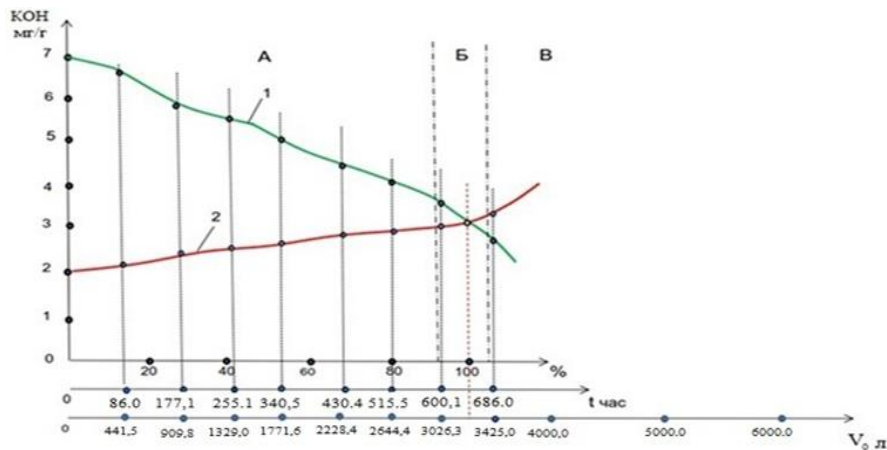


Рис. 3. Результаты изменения показателей работающего моторного масла марки М14Г2:
1 – щелочное число; 2 – кислотное число; А – эффективная работа масла;
Б – диапазон замены масла; В – интенсивное старение масла

Коэффициент выработки ресурса моторного масла $k_2 = 0,0009$ – при пуске двигателя, прогретого свыше $+40$ °С, определен экспериментально.

В процессе проведения исследований определен признак снижения качественных свойств щелочного числа работающего моторного масла после наработки контролируемого объекта трактора Беларус-952 более 600 часов в реальных условиях эксплуатации (рис. 3).

Заключение

Согласно полученным результатам исследований, было определено пороговое значение предельной выработки ресурса моторного масла ($V_0 = 5785,7$ л) колесного трактора Беларус-952, находящегося в реальных условиях эксплуатации. Благодаря этому значению можно прогнозировать выработку ресурса моторного масла, используя при этом комплексный показатель, который учитывает суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах работы двигателя и количество циклов его пуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, И. И. Бортовой мониторинг степени выработки ресурса моторного масла колесных и гусеничных машин / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С. 10–14.
2. Бондаренко, И. И. Новый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14–18 мая 2018 г.: в 2 т. / Беларус. нац. техн. ун-т; редкол.: Д. В. Капский [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 1. – С. 9–11.
3. Бондаренко, И. И. Диэлектрическая проницаемость как показатель степени выработки ресурса моторного масла / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Д. А. Русакевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 32–34.
4. Тракторы. Устройство. Техническое обслуживание. Ремонт. «Беларус» серия 1000-2000: учебное пособие / А. А. Пуховой, И. Н. Шило. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2012 – 779 с.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИБРОИЗОЛЯТОРА КАБИНЫ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Д. А. ЛИННИК

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230023

(Поступила в редакцию 10.01.2022)

Большинство колесных тракторов не имеют совершенных систем поддресоривания. Специфика же и условия эксплуатации тракторов по опорным поверхностям без покрытий таковы, что водитель, более чем в других транспортных средствах, подвержен различного рода вредным воздействиям: физическим (шум, вибрация (высоко- и низкочастотная)), химическим (химические вещества в воздухе, выхлопные газы), биологическим.

Проблема виброзащиты водителя колесного трактора не является новой, однако успех ее решения во многом зависит от достоверной информации о динамических характеристиках системы поддресоривания и объекта в целом, т. е. его идентификации как цельной динамической системы. Большинство современных исследований направлены на решение проблем оптимизации упругодемпфирующих характеристик пассивных виброзащитных систем колесных тракторов с целью снижения уровня колебаний. Однако, при изменении дорожных условий существующие пассивные системы поддресоривания не в полной мере решают проблему виброзащиты. Это связано с тем, что в пассивных системах виброзащиты характеристики систем поддресоривания неуправляемы. Они зависят, в основном, от дорожных условий. Единственным средством достижения желаемой плавности хода колесного трактора является снижение его скорости движения. И это осуществляется водителем исходя из его субъективной оценки колебательного процесса или дорожных условий движения, что приводит к снижению технико-экономических показателей колесного трактора.

В последние годы, ведущие фирмы, производящие колесные трактора, активизировали исследования по созданию наиболее перспективных виброзащитных систем – активных виброзащитных систем. Задача создания эффективных систем поддресоривания сиденья колесного трактора представляет собой часть общей проблемы автоматизации сельскохозяйственного процесса, включающей защиту водителя от вредных воздействий колебаний. Решение данной проблемы может дать значительный экономический эффект, повысить конкурентоспособность производимых колесных тракторов на мировом рынке.

В статье предложена методика определения физико-механических свойств виброизолятора кабины колесного трактора. Приводится анализ результатов исследований.

Ключевые слова: вибрация, водитель, колесный трактор, кабина, виброизолятор, лабораторные испытания, статическая деформация, твердость резины.

Most wheeled tractors do not have perfect suspension systems. The specifics and operating conditions of tractors on uncoated supporting surfaces are such that the driver, more than in other vehicles, is subject to various kinds of harmful effects: physical (noise, vibration (high and low frequency)), chemical (chemicals in the air, exhaust gases), biological.

The problem of vibration protection for a wheeled tractor driver is not new, but the success of its solution largely depends on reliable information about the dynamic characteristics of the suspension system and the object as a whole, i.e., its identification as an integral dynamic system. Most modern research is aimed at solving the problems of optimizing the elastic damping characteristics of passive vibration protection systems of wheeled tractors in order to reduce the level of vibrations. However, with changing road conditions, the existing passive suspension systems do not fully solve the problem of vibration protection. This is due to the fact that in passive vibration protection systems, the characteristics of suspension systems are uncontrollable. They depend mainly on road conditions. The only way to achieve the desired smooth running of a wheeled tractor is to reduce its speed. And this is carried out by the driver based on his subjective assessment of the oscillatory process or road traffic conditions, which leads to a decrease in the technical and economic indicators of a wheeled tractor.

In recent years, leading companies producing wheeled tractors have intensified research on the creation of the most promising vibration protection systems – active vibration protection systems. The task of creating effective suspension systems for the seat of a wheeled tractor is part of the general problem of automating the agricultural process, including protecting the driver from the harmful effects of vibrations. The solution of this problem can give a significant economic effect, increase the competitiveness of manufactured wheeled tractors in the world market.

The article proposes a method for determining the physical and mechanical properties of the vibration isolator of the cab of a wheeled tractor. The analysis of research results is given.

Key words: vibration, driver, wheeled tractor, cab, vibration isolator, laboratory tests, static deformation, rubber hardness.

Введение

В повседневной жизни вибрации, возникающие в окружающей среде, могут быть неприятны для людей и вызывать временный дискомфорт [1]. С другой стороны, в некоторых сферах деятельности ежедневное воздействие вибрации может в долгосрочной перспективе необратимо поставить под угрозу здоровье оператора [2]. Для защиты рабочих были введены правила, ограничивающие уровень воздействия вибрации во время повседневной работы.

Операторы сельскохозяйственных машин при управлении транспортными средствами и мобильными рабочими машинами обычно подвергаются механическим колебаниям, передаваемым на все тело оператора в сидячем положении [3]. В ГОСТ 31191.1-2004 отмечено, что тело человека в сидя-

чем положении особенно чувствительно к вибрациям в диапазоне частот 0,4–100 Гц [4]. В частности, для частот от 1 до 2 Гц вибрации могут вызывать эффекты временного дискомфорта, например, укачивание в автомобиле; для частот от 2 до 20 Гц они могут вызывать поражения поясничного тракта и травмы позвоночника (этот последний эффект имеет критическую частоту от 3 до 10 Гц). Вождение трактора вызывает поструральную перегрузку не только из-за длительного сидения, но и из-за частых поворотов поясничного тракта при выполнении тех или иных операций [5].

Поэтому необходимо, чтобы проектировщики, начиная с начальной фазы проекта, сосредоточили внимание на динамическом поведении машины, чтобы ограничить воздействие вибрации на оператора.

Вибрация – это физический фактор, действие которого определяется передачей человеку механической энергии от источника колебаний [6].

Низкочастотные вибрации в отличие от высокочастотных хорошо распространяются по всему телу человека, являясь резонансными для многих органов и систем [7; 8].

Для транспортных вибраций наибольшая интенсивность отмечается в вертикальном направлении, для транспортно-технологических и технологических – в горизонтальном. Уровни транспортных вибраций значительно выше технологических [7].

Немецкими учеными Института IfA были приведены исследования по измерению общей вибрации на рабочем месте водителя при управлении мобильными машинами и транспортными средствами. Отмечено, что длительное воздействие вибрации на организм человека может поставить под угрозу его здоровье, безопасность и привести к повреждению костей и суставов, к проблемам с кровообращением в кистях рук, а также к повреждениям дисков позвоночника. Все это влечет за собой развитие профессиональных заболеваний, в частности, вибрационной болезни [7].

Технологическое оборудование, как правило, вибрирует постоянно, монотонно, в течение всего рабочего дня, при этом вибрация рабочих мест имеет средне- и высокочастотный характер с максимумом интенсивности в октавах 20–63 Гц. Максимальная энергия по колебательной скорости для самоходных машин наблюдается в октавах 1–8 Гц, для полустационарных (транспортно-технологических) машин – в октавах 4–63 Гц [9].

Из факторов производственной среды, усугубляющих вредное воздействие вибраций на организм, следует отметить: чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности, неблагоприятные микроклиматические условия [9].

Колебания с частотой до 3–5 Гц вызывают реакцию вестибулярного аппарата, колебания с частотами от 5 Гц до 11 Гц вызывают резонансные колебания человеческого тела (голова, таз, брюшная полость, позвоночник), колебания с частотами от 11–45 Гц могут сопровождаться расстройствами некоторых внутренних органов [10].

Длительное воздействие низкочастотной вибрации на организм водителя ведет к развитию вибрационной болезни, которая доминирует среди профессиональных заболеваний и чаще встречается у рабочих, занятых в сельском хозяйстве, на транспорте и в других отраслях народного хозяйства [11]. Поэтому снижение влияния вибрации на организм водителя колесного трактора является приоритетным направлением научных исследований.

Основная часть

В действительности кабины колесных тракторов Минского тракторного завода устанавливаются на остов через четыре резинометаллических виброизолятора двух типов (рис. 1):

- 1) работающие на сжатие (отечественный – 130-5001364 В, 80-6700160);
- 2) работающие на срез и сжатие (отечественные – WT-87/07.361.230, 220-6700200, 923-6700200; импортные – 5718 228 (11 MN 50), 5718 013 (11 MN 50)).



Рис. 1. Внешний вид отечественных резинометаллических виброизоляторов:
а) цилиндрический виброизолятор 130-5001364 В; б) конический виброизолятор 80-6700160;
в) конический виброизолятор 923-6700200

Виброизолятор, работающий на сжатие, представляет собой усеченный резиновый конус, сверху и снизу которого приформованы металлические шайбы. По центру конуса имеется отверстие, через которое специальным стяжным болтом виброизолятор крепится к кабине и к кронштейну крепления кабины (рис.1, а, б). Виброизоляторы, работающие на срез и сжатие, представляют собой бочкообразные резиновые конусы, в которые внутри и снаружи приформованы металлические детали, через которые виброизоляторы крепятся на кронштейнах крепления кабины (рис. 1, в).

Данные виброизоляторы применяются на колесных тракторах Минского тракторного завода следующих тяговых классов: 1,4 (МТЗ-50 / 52, МТЗ-80 / 82, «Беларус» 900-й серии); 2,0 («Беларус» 1220-й серии); 3,0 («Беларус» 1500-й серии); 4,0 («Беларус» 2022); 5,0 («Беларус» 2522 / 2822 / 3022 / 3023 / 3522).

В качестве объекта дальнейших исследований был выбран энергонасыщенный колесный трактор «Беларус-3022ДЦ.1» с дизельным двигателем ВФ06М1013FC номинальной мощностью 303 л. с., тягового класса 5,0. Предмет исследования – базовое крепление кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1». Кабина колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1» фиксируется на остова через четыре виброизолятора 923-6700200: спереди на два виброизолятора, установленных на кронштейне крепления кабины к корпусу муфты сцепления; сзади на два виброизолятора, установленных на кронштейне крепления кабины к корпусу полуоси заднего моста [7, 8].

Для определения физико-механических свойств виброизолятора кабины колесного трактора была разработана методика, включающая следующие этапы:

Первый этап. Начальные параметры: конструктивные параметры; рабочие условия эксплуатации.

Второй этап. Лабораторные испытания: построение графика зависимости статической деформации виброизолятора от приложенного усилия; определение твердости резинового слоя виброизолятора.

Третий этап. Результаты исследований: анализ полученных результатов; формулирование общих выводов.

Жесткость виброизолятора кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1» определялась в ходе проведения лабораторных испытаний. Испытания проводились на базе аккредитованной испытательной лаборатории производства автомобильных агрегатов ОАО «Белкард». Для проведения испытаний виброизолятора была использована испытательная установка с компьютерным управлением VDA-1001K фирмы «Wahl» (Германия).

Температура воздуха в лаборатории, во время проведения испытаний, составляла +20 °С.

Последовательность подготовки и проведения испытаний можно представить в виде следующих основных этапов: 1) установка виброизолятора в приспособление испытательной установки (рис. 2); 2) установка начальной координаты (0–0); 3) испытание виброизолятора (рис. 3); 4) регистрация данных; 5) сохранение данных; 6) окончание эксперимента; 7) обработка результатов.



Рис. 2. Испытательная установка с компьютерным управлением VDA-1001K с установленным для испытаний виброизолятором кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1»: Δ – величина статической деформации виброизолятора

По результатам испытаний была получена зависимость статической деформации виброизолятора (Δ) от приложенного усилия (F) (рис. 3).

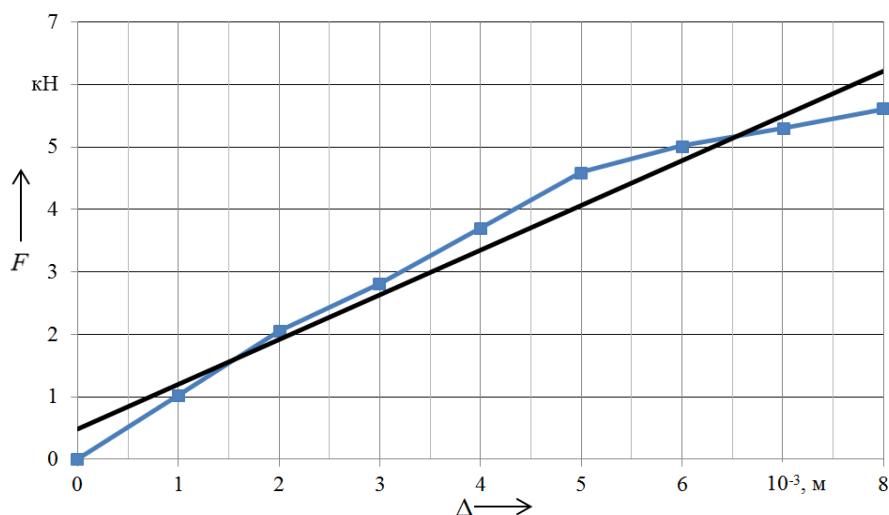


Рис. 3. График статической деформации виброизолятора

Полученные значения можно аппроксимировать линейной зависимостью, при этом погрешность аппроксимации составляет не более 3,7 %. Таким образом, средняя жесткость виброизолятора кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1» при статической деформации 8 мм составила $8,45 \cdot 10^5$ Н/м.

Твердость резинового слоя виброизолятора кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1» определялась на базе аккредитованной испытательной лаборатории производства автомобильных агрегатов ОАО «Белкард». Для проведения испытаний был использован переносной твердомер 2033 ТИР, предназначенный для измерения твердости резины по Шору А (рис. 4). Определение твердости по Шору А осуществлялось в соответствии с ГОСТ 263-75 [12].



Рис. 4. Общий вид твердомера 2033 ТИР с виброизолятором

Последовательность подготовки и проведения испытаний можно представить в виде следующих основных этапов: 1) проверка прибора на точность измерения; 2) установка прибора на образец без толчков и удара; 3) создание усилия прижима прибора к образцу (10 Н); 4) определение твердости по шкале прибора по истечении трех секунд с момента приложения нагрузки не менее чем в трех точках образца; 5) окончание эксперимента; 6) обработка результатов.

За результат испытания принимали среднее арифметическое всех измерений, округленное до целого числа. По результатам испытаний была определена твердость резинового слоя виброизолятора по Шору А – HSh 45.

Заключение

Установлено, что в рабочих условиях водители колесных тракторов постоянно подвергаются воздействию низкочастотной вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах 1–4 Гц), которая приводит к повреждению суставов, возникновению болей в пояснице, к проблемам с кровообращением, тошноте, а также к повреждениям дисков позвоночника. Все это способствует развитию профессиональных заболеваний у водителей колесных тракторов, например, вибрационной болезни.

Разработана методика определения физико-механических свойств виброизолятора кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1». Виброизолятор кабины колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1», при его жесткости равной $8,45 \cdot 10^5$ Н/м, статической деформации – 8 мм и твердости – HSh 45, не об-

ладает необходимыми демпфирующими свойствами для гашения низкочастотной вибрации (1–4 Гц) передаваемой от остова на кабину колесного трактора.

Существующая на колесном тракторе «Беларус-3022ДЦ.1» система виброзащиты рабочего места водителя требует совершенствования, а именно система крепления кабины к остову колесного трактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Evaluation of driver discomfort during long-duration car driving / W. El Falou [et al.] // *Appl. Ergon.* – 2003. – Vol. 34. – P. 249–255.
2. Association between whole-body vibration and low-back disorders in farmers: A scoping review / S. K. Essien [et al.] // *J. Agromed.* – 2018. – Vol. 23 (1). – P. 105–120.
3. Kim, J. The effect of a multi-axis suspension on whole body vibration exposures and physical stress in the neck and low back in agricultural tractor applications / J. Kim, J. Dennerlein, P. Johnson // *Appl. Ergon.* – 2018. – Vol. 68. – P. 80–89.
4. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования: ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). – Введ. 30.06.2008. – М.: Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем, 2008. – 29 с.
5. Newell, G. S. Evaluation of reaction time performance and subjective workload during whole-body vibration exposure while seated in upright and twisted postures with and without armrests / G. S. Newell, N. J. Mansfield // *Int. J. Ind. Ergon.* – 2008. – Vol. 38. – P. 499–508.
6. Профессиональные заболевания: в 2 т. / Н. Ф. Измеров, А. М. Монаенкова, В. Г. Артамонова и др.; под ред. Н. Ф. Измерова. – М.: Медицина, 1996. – Т. 2. – 480 с.
7. Линник, Д. А. Влияние конструктивного исполнения системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора на развитие профессиональных заболеваний / Д. А. Линник, А. С. Воронцов // *Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки.* – 2019. – № 11. – С. 15–23.
8. Линник, Д. А. Повышение эффективности системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора / Д. А. Линник // *Вестник Белорусско-Российского университета.* – 2020. – № 2 (67). – С. 40–50.
9. Гигиена труда: учебник / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 592 с.
10. Микулик, Т. Н. Исследование влияния параметров сиденья на вибронегруженность оператора / Т. Н. Микулик, Г. Н. Рейзина // *Грузовик.* – 2014. – № 4. – С. 30–32.
11. Линник, Д. А. Математическая модель и программа моделирования колебаний масс колесного трактора с поддресоренной кабиной / Д. А. Линник, В. И. Булгаков // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2020. – № 2. – С. 122–127.
12. Резина. Метод определения твердости по Шору А: ГОСТ 263-75 (СТ СЭВ 1198-78). – Введ. 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В. С. АСТАХОВ, Г. О. ИВАНЧИКОВ

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

(Поступила в редакцию 12.01.2022)

Дифференцированное внесение минеральных удобрений, химических мелиорантов и пестицидов в настоящее время является ключевым элементом в системе точного земледелия. Точное земледелие – это управление продуктивностью сельскохозяйственных культур с учетом внутривидовой вариативности среды обитания растений и обеспечение оптимальных условий для каждого квадратного метра поля. Цель дифференцированного внесения – выровнять плодородие почв, создать максимально одинаковые условия для произрастания тех или иных сельскохозяйственных культур, что даст большой и разнообразный эффект, прежде всего – получение максимальной прибыли, и осуществить воспроизводство почвенного плодородия. «Нулевая» пестрота почв создала бы условия, при которых были бы сведены к минимальному возможные риски выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечила бы получение выровненного стеблестоя, а следовательно, повышение урожайности, снижение потерь при уборке и послеуборочной доработке продукции. Кроме того, это способствовало бы существенному увеличению производительности комбайнов, так как появилась бы возможность осуществить более высокий срез стеблей зерновых культур, что уменьшило бы объем массы, поступающей в молотилку, снизило расход топлива. При этом сократились бы сроки уборки зерновых культур, что очень важно для Беларуси.

Практическим путём было установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения машин, используемых в настоящее время не является таким эффективным, как оно обосновано в теории. Ко всему прочему такие элементы систем точного земледелия, как составление электронных карт, спутниковое зондирование почвы и химический анализ почвы на содержание в нем питательных элементов являются крайне материально затратными и остаются довольно сложными процедурами, в плане технической реализации, для большинства предприятий. Это подталкивает нас к рассмотрению иного подхода по качественному, а главное, действительно точному внесению гранулированных минеральных удобрений дифференцированным методом в рамках современных систем точного земледелия.

Учитывая недостатки систем точного земледелия, имеющиеся в настоящее время, мы предлагаем иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков.

Ключевые слова: минеральные удобрения, точное земледелие, сельское хозяйство.

The differentiated application of mineral fertilizers, chemical ameliorants and pesticides is currently a key element in the precision farming system. Precision farming is the management of crop productivity, taking into account the intra-field variability of the plant habitat and ensuring optimal conditions for each square meter of the field. The purpose of differentiated application is to equalize soil fertility, create the most equal conditions for the growth of certain agricultural crops, which will give a large and varied effect, first of all, to maximize profits, and to reproduce soil fertility. «Zero» soil diversity would create conditions under which the possible risks of growing crops would be reduced to a minimum, would ensure an even stem crop, and, consequently, increase yields, reduce losses during harvesting and post-harvest processing of products. In addition, this would contribute to a significant increase in the productivity of combines, since it would be possible to carry out a higher cut of the stalks of grain crops, which would reduce the amount of mass entering the thresher and reduce fuel consumption. At the same time, the time for harvesting grain crops would be reduced, which is very important for Belarus.

In practice, it has been found that the exact application of mineral fertilizers using the machines currently used is not as effective as it is justified in theory. In addition, such elements of precision farming systems as compiling electronic maps, satellite sounding of the soil and chemical analysis of the soil for the content of nutrients in it are extremely costly and remain rather complicated procedures in terms of technical implementation for most enterprises. This prompts us to consider a different approach to the qualitative, and most importantly, really accurate application of granulated mineral fertilizers by a differentiated method within the framework of modern precision farming systems.

Given the shortcomings of current precision farming systems, we propose a different approach for applying mineral granular fertilizers in a differentiated way using pneumatic group dosing systems, with the ability to determine the main nutrients in the soil at a width of 0.75 m using sensors.

Key words: mineral fertilizers, precision farming, agriculture.

Введение

Современное сельское хозяйство работает по тем же принципам, что и любой бизнес – постоянное стремление снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов. Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того, чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыду-

щей истории сельского хозяйства, сегодня фермеры могут точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра.

Основная часть

После того как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, фермер получает возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. При достаточно большом масштабе такой подход позволяет снизить расходы на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Кроме того, эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду. Система точного земледелия — это не строго определенный набор методик и технических средств, а, скорее, общая концепция, основанная на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей и др.

Точное земледелие – это множество отдельных технологий, необходимость внедрения которых определяется на усмотрение собственников и руководителей агропредприятия, то есть можно использовать как все технологии сразу, так и лишь некоторые, эффект от которых будет наиболее значительным для данного предприятия.

В основе всей системы точного земледелия лежит использование точных карт полей со всеми их характеристиками. Разумеется, для каждого поля и так существуют кадастровые карты, определяющие его границы на местности. Однако эти карты практически не дают никакой полезной информации в рамках производственного процесса агропредприятия.

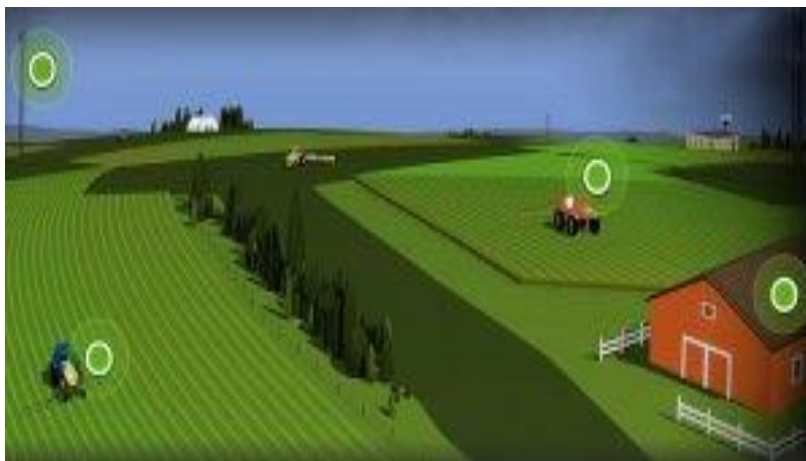


Рис. 1. Использование систем точного земледелия в сельском хозяйстве

Помимо границ участков, нужны точные данные о химическом составе почвы, уровне ее влажности (в том числе глубине подземных вод), количестве получаемой солнечной радиации, углу наклона относительно горизонта, преобладающих ветрах, наличии по близости значимых природных и других объектов (лесов, водоемов, промышленных предприятий, жилых домов, дорог и т.п.). Чем больше факторов учтено и чем подробнее карта, тем точнее можно использовать спутниковые и компьютерные технологии точного земледелия, тем адекватнее и оперативнее можно корректировать производственный процесс.

Составление карт осуществляется различными методиками. Это и взятие проб грунта с дальнейшим проведением лабораторных анализов, и получение информации со спутников, и общий научный анализ каждого участка. Разумеется, карты составляются не на бумаге, а в электронном виде с помощью специальных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием.

На основе электронных карт создаются точные инструкции по количеству удобрений, семян, воды, которые нужно внести на каждый участок поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику, выходящую в поле. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых удобрений и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и нахлесты между обработанными участками.

Какие преимущества несет в себе использование технологий точного земледелия. Если резюмировать, то список достоинств данной системы выглядит так: оптимизация (минимизация) затрат сырья и материалов – топлива, семян, удобрений, воды и т.д.; повышение урожайности используемых полей; улучшение качества получаемой продукции; повышение качественных характеристик используемой земли; снижение негативного влияния на окружающую среду.

Однако на пути внедрения данных технологий стоит несколько препятствий, которые с определенной долей условности можно назвать недостатками. Особенно актуальны эти проблемы в рамках точного земледелия:

– Дороговизна. На внедрение этих технологий нужны немалые средства, которых у большинства сельхозпредприятий и так не хватает. Даже с учетом хорошей окупаемости не каждое хозяйство может позволить себе технологии точного земледелия.

– Техническая сложность. По сути речь идет о современных ультра-сложных компьютерных технологиях. В сельской местности не так-то просто найти специалистов, способных не то что внедрить, а хотя бы обслуживать девайсы системы точного земледелия.

– Отсутствие практического опыта. Почти все технологии точного земледелия являются совершенно новыми. К тому же они быстро меняются и совершенствуются. Столь быстрый технический прогресс означает, что нет достаточной практики их применения, а следовательно, невозможно адекватно оценить эффективность их применения в тех или иных условиях.

И всё же эти недостатки нельзя считать существенной причиной для отказа от использования точного земледелия в принципе. Очевидно, что за ним будущее, и те предприятия, которые раньше освоят данные технологии, получат существенные преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта своей продукции [1].

Какие существуют проблемы применения систем точного земледелия именно при интересующем нас методе дифференцированного внесения минеральных удобрений. Одной из главных проблем на данный момент является неравномерное распределение минеральных удобрений ввиду неполной осведомленности о содержании различных питательных веществах непосредственно в почве [2].

В настоящее время и белорусскими и российскими учеными было установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения центробежных разбрасывателей не является таким эффективным на практике, как оно обосновано в теории. Центробежные разбрасыватели на сегодняшний момент не способны осуществлять равномерную подачу по ширине внесения удобрений, это демонстрирует практический опыт использования такого типа агрегатов [3].

Также есть претензии к системе точного земледелия, особенно в вопросе составления электронных карт. На сегодняшний момент спутниковое зондирование почвы на предмет содержания в ней различных питательных веществ, не полностью удовлетворяет желаемым результатам ввиду низкой точности определения этих самых веществ, и требует дополнительной доработки путем проведения различных химических анализов.

Однако даже химический анализ почвы, путем взятия проб почвы не решает проблему качественного и равномерного внесения минеральных удобрений. Сегодня при агрохимическом обследовании почв, согласно методическим указаниям, делают всего 30–35 уколов, то есть отбирают 30–35 проб общим весом 0,6 кг на каждом элементарном участке (средний размер участка по республике – 10 га, а при однородности почвенного покрова угодий и больших полях севооборотов – до 20 га). Однако такие мизерные анализы дают только среднее значение элементарного участка, что не может считаться полноценной агрохимической картой поля, так как не отражает всей фактической пестроты плодородия элементарного участка. Следовательно такой объем данных не имеет никакого отношения к дифференцированному внесению удобрений. Проведенные исследования по размерам, контурности и уклонам полей в самых разных хозяйствах Республики Беларусь показали, что содержание основных элементов питания, кислотность почв, наличие гумуса практически по всем створам взятия проб резко отличаются друг от друга каждые 3–5 метров. Анализ фактических данных подтверждает исключительно высокую вариабельность показателей, достигающих на одном и том же поле от 60–90 до 250–300 % и более, по отдельным результатам исследований – до семи раз. Учитывая вышеописанное следует также упомянуть про высокую стоимость проведения химического анализа почвы. Таким образом, при условии соблюдения абсолютно всех норм внесения удобрений и для получения максимально качественного результата нам приходилось бы совершать взятие проб едва ли не с каждого метра всей площади поля, что в свою очередь является крайне труднореализуемой, астрономически дорогой и, говоря прямо, абсолютно ненужной процедурой.

Поэтому мы предлагаем принципиально иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве, с использованием сенсорных датчиков рис. 2. Проведенные ранее исследования пневматической системы группового дозирования на высевах суперфосфата от 80 до 1200 кг/га показали высокую эффективность такой системы, обеспечившей равномерность высева 2–5 %, [4].

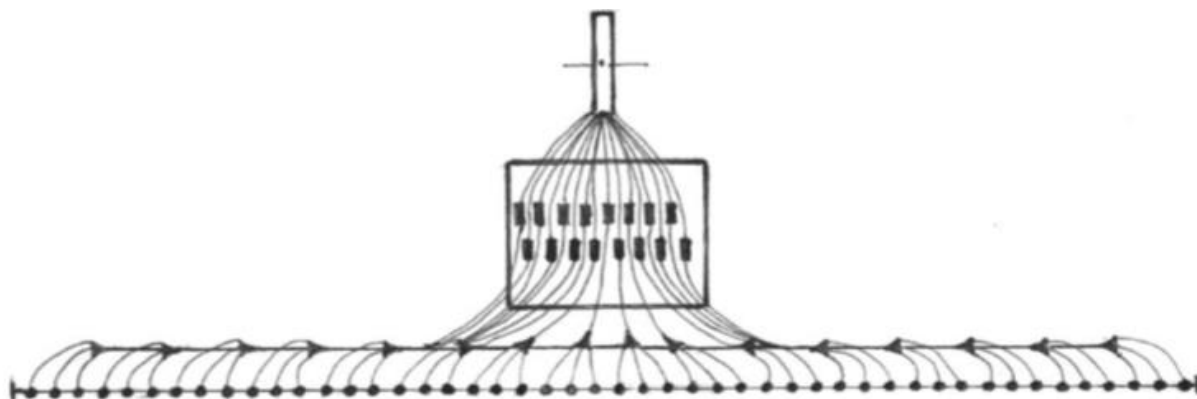


Рис. 2. Принципиальная схема пневматической высевальной системы для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений

Это позволит отказаться от существующих в настоящее время систем точного земледелия, предполагающих создание электронных карт полей, которые требуют больших материальных затрат на их создание. К тому же современная система точного земледелия с использованием существующих машин, к сожалению, не адаптирована под наш метод внесения минеральных удобрений.

Заключение

Таким образом повышение качества внесения гранулированных минеральных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, которую мы предлагаем, является более практичной для качественного внесения минеральных удобрений в контексте систем точного земледелия. Она не требует создания электронных карт полей по содержанию питательных элементов. Процесс дифференцированного внесения удобрений происходит в автоматизированном режиме без вмешательства человека за счет сенсорных датчиков, которые управляют скоростью вращения катушек, подавая сигнал на их электрические двигатели. Сегодня это принципиально новое направление в дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений, но точность этого способа существенно зависит от используемых для этого машин. Разработанная в нашей академии пневматическая система группового дозирования с распределителями семян горизонтального типа способна обеспечить не только точное, а прецизионное внесение твердых удобрений, что может стать мировым трендом в данной области. Поэтому следует применить максимум усилий для реализации этой идеи. Совершенствование этой технологии позволит значительно повысить эффективность внесения минеральных удобрений и сократить дозы вносимых удобрений и загрязнение окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – №4. – С. 27–31
2. Степук, Л. Я. Техно-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л. Я. Степук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2012. – №3. – С. 110–116.
3. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестн. Белорус. Гос. с-х. акад. – 2019. – №1. – С. 158–161.
4. Астахов, В. С. Результаты испытаний пневматической централизованной высевальной системы при внесении минеральных удобрений / В. С. Астахов // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – №1. – С. 67–72.

ИМИТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ВИБРОЗАЩИТЫ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Д. А. ЛИННИК

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230023*

(Поступила в редакцию 12.01.2022)

На современном этапе технического прогресса борьба с неблагоприятными последствиями воздействия вибрации приобретает все большую социальную и гигиеническую значимость. Это вызвано, с одной стороны, интенсификацией существующих технологических процессов, с другой – возрастающим внедрением во все отрасли экономики виброактивной техники. Совершенствование технико-экономических показателей машин и оборудования осуществляется путем увеличения мощности и рабочей скорости при одновременном уменьшении массы, что ведет к возрастанию виброактивности машин. Вибрация как фактор производственной среды встречается в сельском хозяйстве, металлообрабатывающей, горнодобывающей, металлургической, машиностроительной, строительной, авиа- и судостроительной промышленности, на транспорте и других отраслях экономики.

Водители колесных тракторов в процессе работы подвергаются различным негативным воздействиям, среди которых особенно вредны вибрации. Речь идет о вибрациях, возникающих в двигателе и трансмиссии во время работы колесного трактора, от неровностей поверхности в движении, которые затем передаются на тело водителя через сиденье, остоу и органы управления. Воздействие этих вибраций в течение длительного периода может привести к серьезным проблемам со здоровьем. Следовательно, измерение и оценка вибрации имеют решающее значение с точки зрения разработки мер безопасности.

Наиболее рациональный метод снижения уровней вибрации при движении на любом транспортном средстве состоит в том, чтобы установить одну или несколько систем подвески между источником вибрации транспортного средства и оператором. Классическая компоновка колесного трактора (двигатель – трансмиссия – задний мост) затрудняет внедрение эффективной системы подвески моста, что становится серьезной и дорогостоящей проблемой при проектировании. Следовательно, многие производители колесных тракторов, воспользовавшись преимуществами сидений с подвеской в снижении вибрации при движении трактора, рассматривали возможность включения подвески кабины как логичный и потенциально наиболее экономичный следующий шаг.

В статье приведены результаты имитационных испытаний существующей и модернизированной систем виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора, позволившие оценить эффективность их работы.

Ключевые слова: *вибрация, рабочее место, водитель, кабина, система виброзащиты, колесный трактор, имитационные испытания.*

At the present stage of technological progress, the fight against the adverse effects of vibration exposure is gaining more and more social and hygienic significance. This is caused, on the one hand, by the intensification of existing technological processes, and on the other hand, by the increasing introduction of vibroactive technology into all sectors of the economy. The improvement of technical and economic indicators of machines and equipment is carried out by increasing the power and operating speed while reducing the mass, which leads to an increase in the vibration activity of the machines. Vibration as a factor in the working environment is found in agriculture, metalworking, mining, metallurgical, engineering, construction, aircraft and shipbuilding industries, transport and other sectors of the economy.

Drivers of wheeled tractors in the course of work are exposed to various negative influences, among which vibrations are especially harmful. We are talking about vibrations that occur in the engine and transmission during operation of a wheeled tractor, from surface irregularities in motion, which are then transmitted to the driver's body through the seat, frame and controls. Exposure to these vibrations for a long period can lead to serious health problems. Therefore, vibration measurement and evaluation is critical in terms of developing safety measures.

The most rational method of reducing vibration levels while driving on any vehicle is to install one or more suspension systems between the vibration source of the vehicle and the operator. The classic layout of a wheeled tractor (engine - transmission - rear axle) makes it difficult to implement an efficient axle suspension system, which becomes a serious and costly design problem. Consequently, many wheel tractor manufacturers, having taken advantage of the vibration-reducing benefits of suspension seats when the tractor is moving, considered including cab suspension as the logical and potentially most economical next step.

The article presents results of simulation tests of the existing and modernized vibration protection systems for the workplace of the driver of a wheeled tractor, which made it possible to evaluate the effectiveness of their work.

Key words: *vibration, workplace, driver, cab, vibration protection system, wheeled tractor, simulation tests.*

Введение

В повседневной деятельности водители сельскохозяйственной техники подвергаются множеству негативных воздействий, оказывающих комплексное и вредное воздействие на их организм. Помимо физических нагрузок, осадков, неблагоприятного микроклимата, различных загрязнений (пыль, химикаты для защиты растений), высоких или низких температур, шума и несоответствующего эргономического контроля, вибрации также являются значительным вредным фактором [1–3].

Вибрации возникают при психофизических нагрузках и вредны для всего тела. Эти колебания особенно влияют на водителей сельскохозяйственных тракторов, где они передаются через сиденье, осто́в и органы управления на все тело водителя [1–3].

Кратковременное воздействие вибрации может вызвать раздражающие ощущения в человеческом теле, боль в животе и груди, затруднение дыхания, тошноту, потерю равновесия и ухудшить работоспособность при точном контроле, в то время как длительное воздействие может привести к расстройствам в психомоторных, физиологических и психических способностях водителя и вызывают серьезные проблемы со здоровьем, особенно с позвоночником [1–3].

По сравнению с очевидными улучшениями в других характеристиках сельскохозяйственных тракторов (мощность, трансмиссия, скорость, высокотехнологичное управление) защита водителей от вибрации неудовлетворительна. Шасси трактора не включает подвеску, а относительно гибкие шины фактически представляют собой единственную подвеску, которая поглощает вибрации. Вот почему водители колесных тракторов подвергаются относительно сильным вибрациям [3].

При движении колесного трактора в рабочих условиях все его конструктивные элементы (двигатель, осто́в, агрегаты трансмиссии, шасси, кабина) подвергаются сложным колебательным процессам. Факторы, вызывающие вибрацию в колесных тракторах, напрямую зависят от сил и крутящих моментов, которые возникают в двигателе во время его работы, от того, как двигатель установлен, от того, как вибрации распространяются от двигателя через трансмиссию на сиденье водителя [3].

Некоторые исследования оказывают, что, за исключением ровного асфальта, все остальные участки местности, по которым передвигаются колесные трактора, оказывают большое влияние на уровень вибрации. Также следует учитывать тип шин (радиальные или диагональные), поперечную жесткость шины и давление в шинах. Шины как гибкие или амортизирующие части колесного трактора не обеспечивают водителю эффективной защиты от вибрации и сотрясений [3].

Еще одним важным фактором, вызывающим вибрации, является скорость движения колесного трактора. Некоторые измерения показали, что при одинаковой глубине обработки уровень вибрации по всем трем осям увеличивается даже на 40 % при увеличении скорости всего на 3 км / ч [3].

Трудно устранить многие факторы, которые создают вибрации, которые через гибкие и полугибкие соединения и крепежи передаются на сиденье водителя, но, безусловно, можно снизить уровни вибрации с помощью различных конструкций. Известные мировые производители тракторов (Class, Fendt, CAT, Case, John Deere, New Holland, JCB, Massey Ferguson) практически решили эти проблемы и, безусловно, повысили безопасность и комфорт водителей во всех аспектах [4]. Именно поэтому влияние вибрации в новых моделях тракторов было либо практически устранено, либо уменьшено до значений, установленных санитарными нормами. Однако этого нельзя утверждать, когда речь идет о более старых моделях тракторов, при проектировании которых не соблюдалась эргономика. Следовательно, в этих случаях отрицательные эффекты вибрации более очевидны [3].

В конце списка, но на первом месте среди факторов, вызывающих вибрацию, стоит работа оператора, то есть его опыт и навыки. Неопытные операторы без соответствующих профессиональных навыков не могут распознать важные факторы, которые могут многократно увеличить уровень вибрации. Поэтому профессиональное и постоянное обучение трактористов-машинистов имеет решающее значение для снижения или полного устранения вибрационного воздействия [3].

Измерения уровней вибрации на сиденьях различных моделей колесных тракторов показали, что риск для здоровья водителей существует даже в том случае, когда водители подвергаются вибрации только один час в день, в то время как риск вероятен для всех остальных случаев с более длительным периодом воздействия. Нарушения здоровья, как правило, проявляются постепенно, обычно через 2–7 лет на рабочих местах, где водители подвергаются этим вибрациям [5].

Поэтому очень важно проводить точные измерения вибрации, оценивать их и оценивать реальный риск для здоровья водителя. На основании полученных данных можно разработать системы безопасности, снижающие уровень вибрации на рабочем месте водителя колесного трактора.

Основная часть

Испытания существующей и модернизированной систем виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора проводились на стенде имитационных испытаний системы поддрессоривания кабины колесного трактора МТЗ с моделированием возмущений (рис. 1) [6; 7].



Рис. 1. Внешний вид стенда имитационных испытаний системы поддрессирования кабины колесного трактора МТЗ с моделированием возмущений

Для измерения среднеквадратических значений скорректированного виброускорения на рабочем месте водителя колесного трактора использовался поверенный шумомер-вибромметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А (НФ-Белая) с трехкомпонентным датчиком АР2038Р-10 аккредитованной лаборатории электрофизических измерений учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купаль» [8].

С целью измерения среднеквадратических значений скорректированного виброускорения на рабочем месте водителя были выбраны места (точки) установки датчика АР2038Р-10: подушка сиденья (рис. 2, а) и опорная поверхность для ног (пол кабины) (рис. 2, б) [9].



Рис. 2. Места установки датчика АР2038Р-10 в кабине колесного трактора: а) подушка сиденья; б) опорная поверхность для ног (пол кабины)

При измерении вибрации, передающейся через сиденье водителю, датчик АР2038Р-10 устанавливался в центре полужесткого диска, который размещался на поверхности сиденья таким образом, чтобы датчик АР2038Р-10 находился посередине между сиделищными буграми сидящего испытуемого (рис. 2, а) [9].

При измерении вибрации, воздействующей на ноги водителя, датчик АР2038Р-10 размещался на опорной поверхности для ног (пол кабины) посередине между сводами его ступней (рис. 2, б) [9].

Последовательность подготовки и проведения испытаний можно представить в виде следующих основных этапов: 1) установка виброизоляторов (опытных демпферов системы поддрессирования кабины) (рис. 3) на стенде; 2) установка трехкомпонентного датчика АР2038Р-10; 3) включение шумомера-вибромметра, анализатора спектра ЭКОФИЗИКА-110А (НФ-Белая); 4) испытание существующей

и модернизированной систем виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора; 5) окончание эксперимента; 6) сохранение данных; 7) обработка результатов.

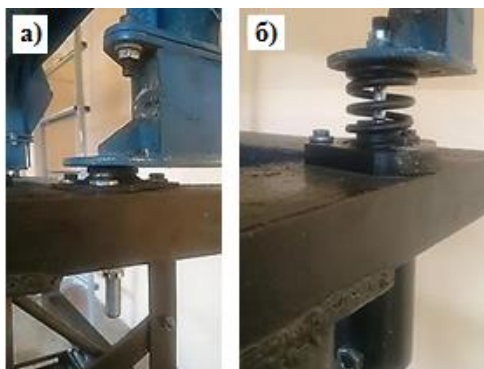


Рис. 3. Крепление кабины колесного трактора на раме станда:
а) установка кабины на раму станда через виброизоляторы 923-6700200;
б) установка кабины на раму станда через опытные демпферы

На момент проведения имитационных испытаний в кабине было установлено сиденье водителя «Беларус 80В-6800000» колесного трактора «Беларус-3022ДЦ.1», которое имеет механическую подвеску, состоящую из двух спиральных пружин кручения и газонаполненного амортизатора двухстороннего действия. Перед началом эксперимента сиденье было отрегулировано по массе испытуемого, который располагался на сиденье выпрямившись, в естественной позе, сохраняя ее в течение всего испытания (рис. 1). Время воздействия вибрации в процессе каждого испытания составляло не менее 180 секунд [9].

Экспериментальные исследования проводились в несколько этапов.

На рис. 4 отражены результаты измерений среднеквадратических значений скорректированного виброускорения в вертикальном направлении в третьоктавных полосах частот на полу кабины и подушке сиденья для серии из N испытаний (не менее трех) при частоте возмущающих воздействий станда 6 Гц. Полученные результаты измерений усреднялись.

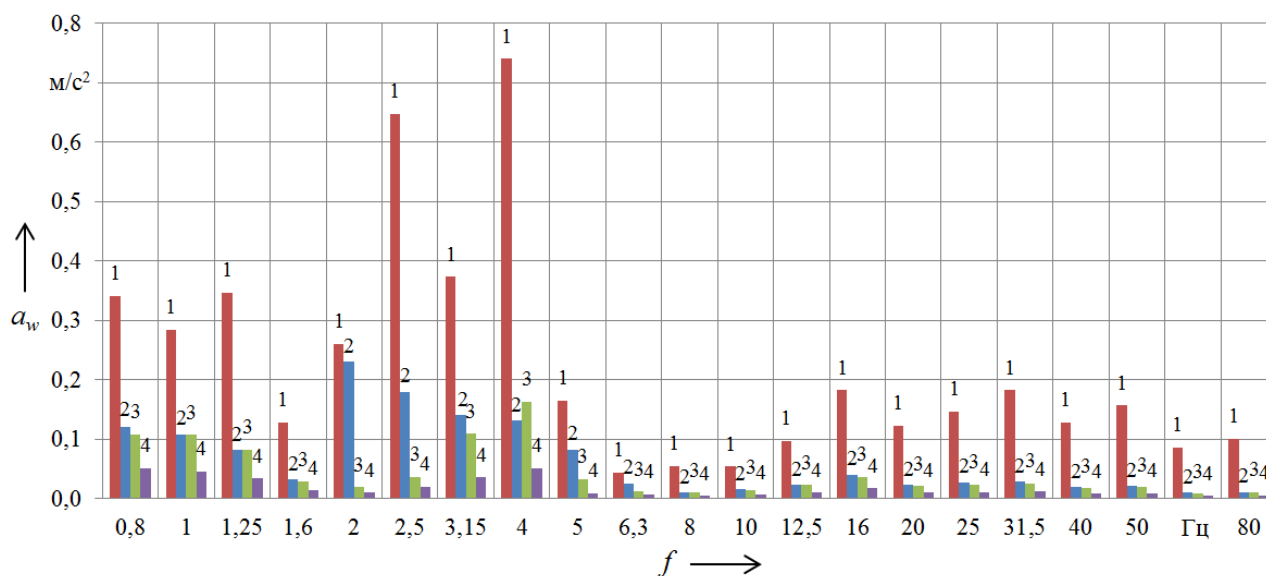


Рис. 4. Среднеквадратические значения скорректированного виброускорения на рабочем месте водителя колесного трактора: 1, 3 – пол кабины; 2, 4 – подушка сиденья

Данные значений столбцов 1 и 2 на рис. 4 соответствуют полученным результатам экспериментальных исследований для существующей системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора, а данные в столбцах 3 и 4 – для модернизированной системы виброзащиты с опытными демпферами.

Проведенные стендовые испытания позволили оценить эффективность работы существующей и модернизированной систем виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора.

Заключение

Сравнительный анализ данных, полученных в ходе проведения стендовых испытаний, позволил сделать вывод, что в случае установки на стенде модернизированной системы поддрессирования кабины колесного трактора величина среднеквадратических значений скорректированного виброускорения в третьоктавных полосах частот (0,8–4 Гц) в вертикальном направлении на рабочем месте водителя будет снижена в среднем на 70–75 %, что дает возможность повысить эффективность гашения низкочастотной вибрации на рабочем месте водителя колесного трактора.

Величина среднеквадратических значений скорректированного виброускорения в третьоктавных полосах частот 5–80 Гц в вертикальном направлении на рабочем месте водителя колесного трактора снижена в среднем на 45–50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линник, Д. А. Влияние конструктивного исполнения системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора на развитие профессиональных заболеваний / Д. А. Линник, А. С. Воронцов // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2019. – № 11. – С. 15–23.
2. Линник, Д. А. Повышение эффективности системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора / Д. А. Линник // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2020. – № 2 (67). – С. 40–50.
3. Cvetanovic, B. Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers / B. Cvetanovic, D. Zlatkovic // Bulg. J. Agric. Sci. – 2013. – Vol. 19 (5). – P. 1155–1160.
4. Petrović, P. Oscillatory appearance on agricultural of tractors / P. Petrović, Z. Bracanović, S. Vukas // Agricultural Engineering. – 2005. – Vol. 30 (2). – P. 15–23.
5. Possible health effects of vibration on tractor drivers and preventive measures / B. Prokeš [et al.] // Agricultural engineering. – 2012. – Vol. 38 (3). – P. 189–286.
6. Линник, Д. А. Стенд имитационных испытаний подвески кабины водителя колесного трактора / Д. А. Линник, В. А. Ким, С. Д. Лещик // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 112–114.
7. Стенд имитационных испытаний подвески кабины водителя колесного трактора: пат. 11277 Респ. Беларусь / Д. А. Линник, В. А. Ким; дата публ. 28.02.2017.
8. Шумомер-вибромметр, анализатор спектра «Экофизика – 110А»: руководство по эксплуатации. Часть III. Исполнение HF (Белая) ПКДУ. 411000.001.02 РЭ. Приборостроительное объединение «Октава-ЭлектронДизайн». – М.: ООО «ПКФ Цифровые приборы», 2014. – 142 с.
9. Вибрация. Лабораторный метод оценки вибрации, передаваемой через сиденье оператора машины. Тракторы сельскохозяйственные колесные: ГОСТ 31316-2006 (ИСО 5007:2003). – Введ. 30.06.2008. – М.: Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем, 2008. – 16 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ФОРМЫ КОРОБОЧКИ ЛЬНА ПРИ ЕЕ СЖАТИИ МЕЖДУ БИЧОМ И ДЕКОЙ В ПРОЦЕССЕ ОБМОЛОТА

С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

Отделение семенной части урожая от стеблей льна имеет важное значение в комплексе уборочных работ и первичной переработки. От уровня его совершенства зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоёмкость сушки и обработки льновороха.

В целях повышения качества отделения семенной части от стеблей в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство, сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа, при взаимодействии с верхушечной частью ленты стеблей льна, находящейся в зоне обмолота. Для изучения характера взаимодействия рабочего органа с обрабатываемым материалом необходимо учитывать параметры его слоя в зоне обмолота.

В статье предложена методика, позволяющая определять зазор между бичом и декой, деформацию формы семенной коробочки льна при ее сжатии в молотильном зазоре между бичом и декой разработанного в УО БГСХА обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна. Установлено, что величина молотильного зазора зависит от диаметра семенной коробочки льна, деформации семенной коробочки льна по вертикальной оси, а также величины деформации эластичного рабочего органа по вертикальной оси, возникающей при воздействии бича на семенную коробочку. Получена модель, позволяющая определить горизонтальные составляющие деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в зависимости от диаметра семенной коробочки и величины ее деформации по вертикали. Приведен пример реализации методики расчета деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в процессе обмолота в математическом пакете MathCa.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики определения деформаций точек поверхности семенной коробочки при ее сжатии, усилий необходимых для ее разрушения, а также обоснования зазора между бичом и декой.

Ключевые слова: лен, обмолачивающее устройство, коробочки льна, лента стеблей льна, молотильный зазор, деформация формы, диаметр коробочки.

The separation of the seed part of the crop from the flax stalks is important in the complex of harvesting and primary processing. The level of its perfection determines the size of the crop, the amount of losses, the quality of flax products, the labor intensity and energy consumption of drying and processing flax heaps.

In order to improve the quality of separating the seed part from the stems in the primary processing line, a threshing device has been developed at Belarusian State Agricultural Academy, which combines the combined stripping and flattening effect of the elastic working body, while interacting with the top part of the flax stem tape located in the threshing zone. To study the nature of the interaction of the working body with the processed material, it is necessary to take into account the parameters of its layer in the threshing zone.

The article proposes a technique that allows to determine the gap between the flail and the deck, the deformation of the shape of the flax seed boll when it is compressed in the threshing gap between the flail and the deck of a threshing device with an elastic working body in the line of primary processing of flax developed at the Belarusian State Agricultural Academy. It has been established that the value of the threshing gap depends on the diameter of the flax seed boll, the deformation of the flax seed boll along the vertical axis, as well as the magnitude of the deformation of the elastic working body along the vertical axis that occurs when the flail acts on the seed boll. A model has been obtained that makes it possible to determine the horizontal components of the deformation of the shape of a flax boll when it is compressed between the flail and the deck, depending on the diameter of the seed boll and the magnitude of its deformation along the vertical. An example of the implementation of the method for calculating the deformation of the shape of a flax boll during its compression between the flail and the deck during threshing is given in the MathCa mathematical package.

The analytical dependencies discussed in this article will form the basis of the methodology for determining the deformation of the surface points of the seed boll during its compression, the forces necessary for its destruction, as well as the justification of the gap between the flail and the deck.

Key words: flax, threshing device, flax bolls, flax stalk tape, threshing gap, shape deformation, boll diameter.

Введение

Обмолот имеет важное значение в комплексе уборочных работ и при первичной переработки льна-долгунца, поскольку в зависимости от применяемой технологии может осуществляться как в поле, так и в линии первичной переработки льна Van Dommele или Depoortere. От уровня его совершенства зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоёмкость сушки и обработки льновороха [1, 2, 3, 4].

В целях повышения качества отделения семенной части от стеблей в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство, сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушеч-

ной частью ленты льна, находящейся в рабочем (молотильном) зазоре (между сепарирующей решеткой и эластичным зубчатым бичом) [5, 6, 7, 8]. В верхушечной части стеблей расположены семенные коробочки, которые необходимо отделить от стеблей льна или разрушить.

С целью изучения характера взаимодействия рабочего органа с семенными коробочками необходимо определить деформации формы коробочки при ее сжатии между бичом и декой.

Основная часть

Лен-долгунец относится к культурным видам и характеризуется тем, что спелые коробочки его остаются закрытыми (не растрескиваются). Для выделения семян необходимо разрушить коробочки в процессе обмолота. При отделении семян от стеблей льна разработанным устройством, лента льна движется транспортером в зоне обмолота в зажатом в комлевой части стеблей состоянии. В нижней части зоны обмолота жестко закреплена сепарирующая решетка (дека), а в верхней части расположен кривошипный механизм, обеспечивающий движение эластичного рабочего органа (бича) по некоторой криволинейной траектории [4–8]. Движение бича производится поперек транспортируемой ленты льна по направлению от зажимного транспортера к верхушечной части ленты. При этом обмолот происходит главным образом за счет плющения семенных коробочек. При плющении отделение коробочек от стеблей сопровождается их разрушением в момент нахождения их в пространстве между эластичным рабочим органом и сепарирующей решеткой. На качество отделения семенного материала от стеблей оказывает влияние молотильный зазор, величину которого принимают исходя из размеров семенных коробочек [9, 10]. Семенная коробочка льна представляет собой шаровидную мелкую коробочку длиной 6,1–8,3 мм, шириной 5,7–6,8 мм [11].

Чтобы смоделировать ситуацию сжатия коробочки льна между бичом и декой сделаем ее привязку к пространственной системе координат $Oxyz$ (рис. 1). При этом коробочку льна будем рассматривать в виде шара диаметром d_k , поместив центр системы координат в точку O , в которой шар касается нижней плоскости. Выбор точки O обуславливается тем, что именно эта точка не меняет свои координаты в результате деформации. Тогда коробочка льна в выбранной системе координат будет описываться уравнением:

$$x^2 + y^2 + \left(z - \frac{d_k}{2}\right)^2 = \left(\frac{d_k}{2}\right)^2. \quad (1)$$

Введем обозначения:

Δ – зазор между бичом и декой, м; Δ_{kx} , Δ_{ky} , Δ_{kz} , – параметры деформации формы коробочки льна в направлении осей координат, соответственно Ox , Oy , Oz , м; Δ_6 – деформация эластичного рабочего органа при сжатии и взаимодействии с коробочкой льна, м.

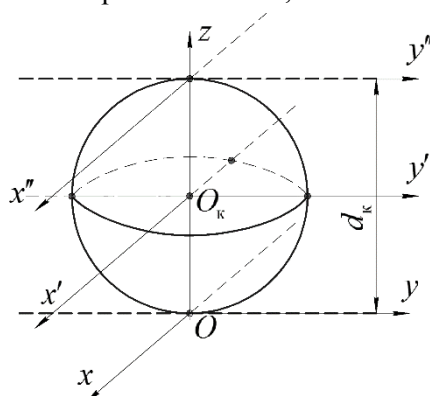


Рис. 1. Схема привязки коробочки льна к пространственной системе координат

Деформацию коробочки льна между бичом и декой рассмотрим, как сжатие пластичного круглого тела при смещении его верхней части плоскостью. Выдвинем при этом следующие допущения:

- 1) площади воздействующих плоскостей намного больше поверхности коробочки льна;
- 2) деформации формы шара в направлении осей Ox и Oy одинаковые ($\Delta_{kx} = \Delta_{ky}$);
- 3) деформация коробочки льна, при условии ее неразрушения, происходит без растяжения ее оболочки и изменения объема.

Тогда целесообразно рассмотреть три случая состояния коробочки льна между подвижной эластичной плоскостью (плоскостью бича) и неподвижной жесткой плоскостью (плоскостью деки) (рис. 2): 1) $d_k < \Delta$ – сжатия и деформации коробочки не происходит; 2) $d_k = \Delta$ – момент фиксации ко-

робочки льна между рассматриваемыми плоскостями; 3) $d_k < \Delta$ – состояние коробочки льна, при котором происходит активное ее сжатие и деформация.

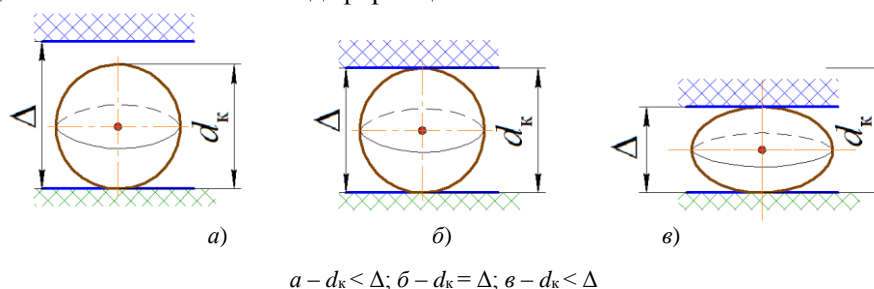


Рис. 2. Состояния коробочки льна находящейся между плоскостью бича и деки

Так как с точки зрения деформации коробочки льна нам интересен третий случай, то рассмотрим его подробнее. В данном случае при попадании коробочки льна между декой и бичом происходит ее сжатие, т. е. форма коробочки из шаровидной приобретает форму эллипсоида с полуосями:

$\frac{d_k}{2} + \Delta_{kx}$ (Ox); $\frac{d_k}{2} + \Delta_{ky}$ (Oy); $\frac{d_k}{2} + \Delta_{kz}$ (Oz) и центром смещенным в точку $O'_k \left(0; 0; \frac{d_k - \Delta_{kz}}{2} \right)$. Уравнение такого эллипсоида имеет вид:

$$\frac{x^2}{\left(\frac{d_k}{2} + \frac{\Delta_{kx}}{2} \right)^2} + \frac{y^2}{\left(\frac{d_k}{2} + \frac{\Delta_{ky}}{2} \right)^2} + \frac{\left(z - \left(\frac{d_k - \Delta_{kz}}{2} \right) \right)^2}{\left(\frac{d_k}{2} - \frac{\Delta_{kz}}{2} \right)^2} = 1, \quad (2)$$

где – величины Δ_{kx} , Δ_{ky} , Δ_{kz} формы деформации коробочки льна.

При этом наблюдается следующая связь между диаметром коробочки льна, зазором между сжимающимися плоскостями Δ , деформацией по оси $Oz - \Delta_{kz}$ и деформацией эластичного рабочего органа Δ_6 :

$$d_k = \Delta + \Delta_{kz} + \Delta_6; \quad (3)$$

$$\Delta = d_k - \Delta_{kz} - \Delta_6; \quad (4)$$

$$\Delta_{kz} = d_k - \Delta - \Delta_6. \quad (5)$$

Для того чтобы полностью определить уравнение деформируемой поверхности коробочки льна при фиксированном Δ и Δ_6 определим величины деформации ее формы в направлении осей координат: Δ_{kx} , Δ_{ky} , Δ_{kz} . Для этого рассмотрим следующую схему (рис. 3).

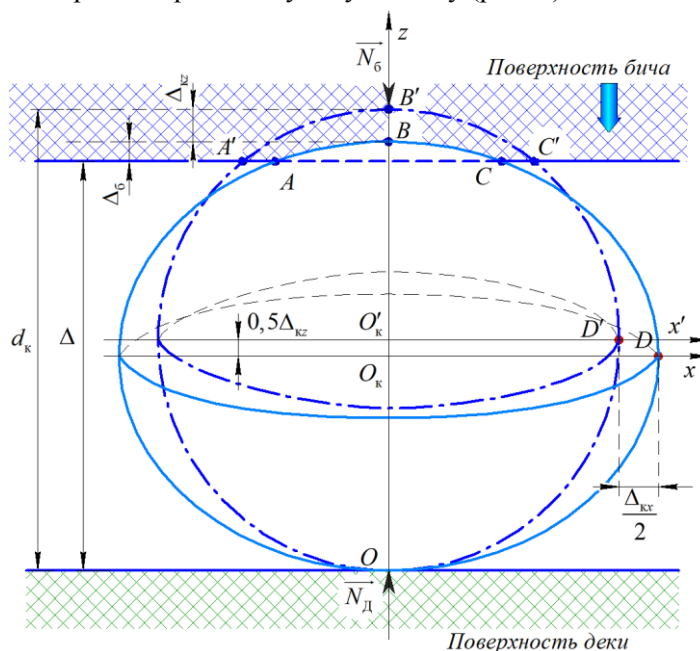


Рис. 3. Схема к определению деформации коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой

Параметры $\Delta_{кx}$ и $\Delta_{кy}$ возможно найти из условия неизменности объема шара и эллипсоида. Согласно [12]

$$V_{ш} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3, \quad (6)$$

$$V_{эл} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c, \quad (7)$$

где R – радиус шара, в нашем случае $R=d_k/2$;
 a, b, c – полуоси эллипсоида, $a=b=d_k/2+\Delta_{кx}$; $c=d_k/2-\Delta_{кz}$.
 Получим равенство:

$$\left(\frac{d_k}{2}\right)^3 = \left(\frac{d_k + \Delta_{кx}}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{d_k - \Delta_{кz}}{2}\right), \quad (8)$$

Из него выразим $\Delta_{кx}$:

$$\begin{aligned} \left(\frac{d_k + \Delta_{кx}}{2}\right)^2 &= \frac{d_k^3}{8} \cdot \frac{2}{d_k - \Delta_{кz}}, \\ \frac{(d_k + \Delta_{кx})^2}{4} &= \frac{d_k^3}{4 \cdot (d_k - \Delta_{кz})}, \\ d_k + \Delta_{кx} &= \pm \sqrt{\frac{d_k^3}{d_k - \Delta_{кz}}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Так как

$$d_k + \Delta_{кx} > 0 \Rightarrow d_k + \Delta_{кx} = \sqrt{\frac{d_k^3}{d_k - \Delta_{кz}}}. \quad (10)$$

Это же равенство можно переписать в виде

$$d_k + \Delta_{кx} = d_k \sqrt{\frac{d_k}{d_k - \Delta_{кz}}}, \quad (11)$$

Выразим из формулы (11) $\Delta_{кx}$,

$$\Delta_{кx} = d_k \sqrt{\frac{d_k}{d_k - \Delta_{кz}}} - d_k,$$

или

$$\Delta_{кx} = d_k \left(\sqrt{\frac{d_k}{d_k - \Delta_{кz}}} - 1 \right). \quad (12)$$

Тогда математическая модель формы деформируемой коробочки льна при заданных Δ и Δ_6 будет иметь вид:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{(z-c)^2}{c^2} = 1. \quad (13)$$

где a, b, c – параметры определяющие полуоси эллипсоида;

$$a = b = d_k \left(\sqrt{\frac{d_k}{d_k - \Delta_{кz}}} - 1 \right);$$

$$c = \frac{d_k - \Delta_{кz}}{2}.$$

Продемонстрируем пример расчета деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой в математическом пакете MathCad.

Предположим, что диаметр семенной коробочки льна находящейся в молотильном зазоре между бичом и декой $d_k = 0,005$ м, а деформация по оси Oz $\Delta_{кz} = 0,001$ м согласно [13].

Деформация семенной коробочки льна по осям Ox и Oy согласно формуле (12) составит

$$\Delta_{кx} = d_k \left(\sqrt{\frac{d_k}{d_k - \Delta_{кz}}} - 1 \right) = 0,00059 \text{ м.}$$

При этом объемы шара и эллипсоида будут равны $6,545 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$.

Вариант оформления исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad показан на рис. 4.

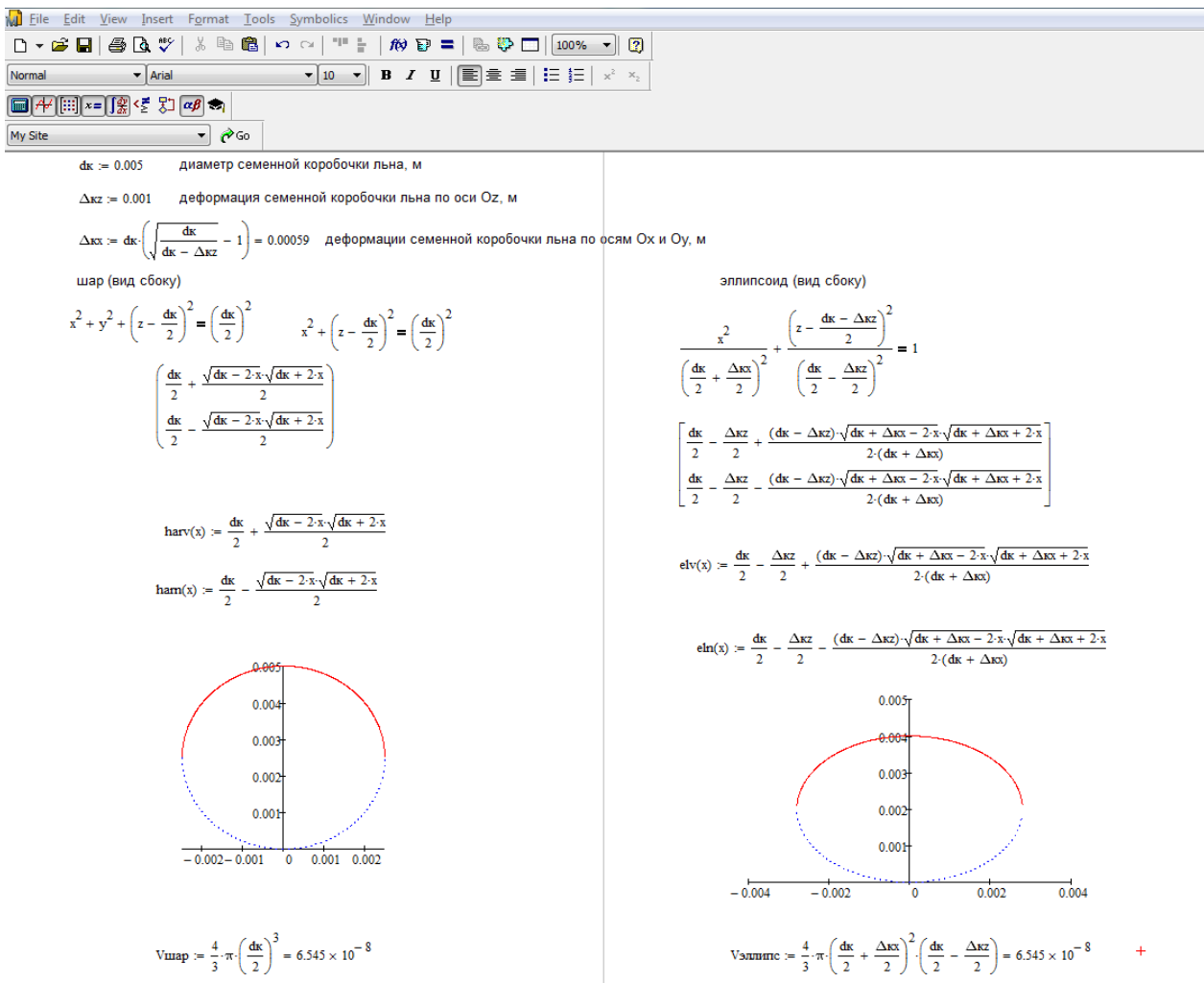


Рис. 4. Исходные данные, расчетная часть и графическое представление деформации формы коробочки льна при ее сжатии между бичом и декой, реализованная в математическом пакете MathCad

Результаты модели (12) позволяют определить деформации формы коробочки льна Δ_{kx} и Δ_{ky} при ее сжатии между бичом и декой в зависимости от Δ_{kz} и диаметра семенной коробочки d_k . При этом величина Δ_{kz} значительно больше величин Δ_{kx} и Δ_{ky} .

Совмещение формы коробочки льна до и после сжатия (вид с боку) показано на рис. 5.

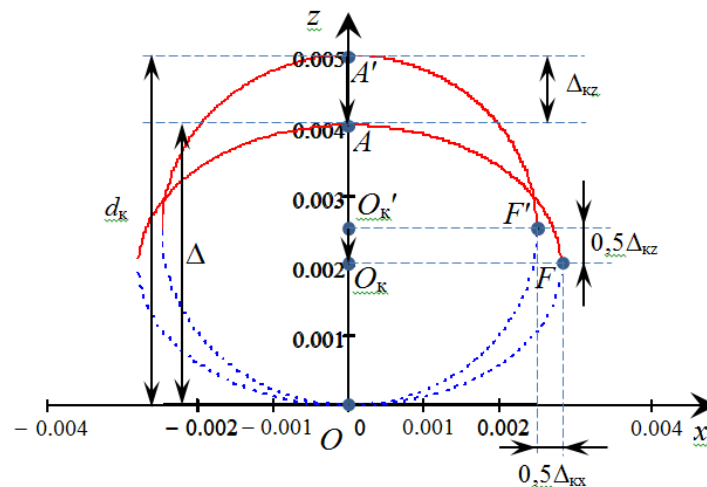


Рис. 5. Совмещение формы коробочки льна до и после сжатия (вид с боку)

Из рис. 5 видно, что в процессе деформации коробочка льна изменяет свою форму из шаровидной в эллипсоидную, при этом происходит смещение центра коробочки из точки O_k' в точку O_k на величину $0,5\Delta_{кз}$.

Заключение

Установлено, что величина молотильного зазора Δ зависит от диаметра семенной коробочки льна d_k , деформации семенной коробочки льна по вертикальной оси $Oz - \Delta_{кз}$, а также величины деформации эластичного рабочего органа по вертикальной оси $Oz - \Delta_{кз}$ возникающей при воздействии бича на семенную коробочку.

Получена модель деформируемой при сжатии семенной коробочки льна. Разработана методика определения величины деформации формы коробочки льна $\Delta_{кx}$ и $\Delta_{кy}$ при ее сжатии между бичом и декой в зависимости от $\Delta_{кз}$ и диаметра семенной коробочки d_k .

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики определения деформаций точек поверхности семенной коробочки при ее сжатии, усилий необходимых для ее разрушения, а также обоснования зазора между бичем и декой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
2. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
3. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №4. – С. 174–180.
4. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Круглень, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015 – № 3. – С. 112–117.
5. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Круглень, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.
6. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Круглень, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № и 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.
7. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Круглень, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20110745; заявл. 29.09.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.
8. Устройство для обмолаа коробочек льна: пат. 8494 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Круглень, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20110746; заявл. 29.09.11; опубл. 04.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 177.
9. Райлян, Г. А. Повышение эффективности раздельной уборки льна применением двухбарабанного обмолачивающего устройства с эластичными билами: дис.... канд.техн.наук: 05.20.01. / Г. А. Райлян. – Горки, 2006. – 176 с.
10. Кудрявцев, А. Н. Повышение эффективности обмолаа льновороха эластичными вальцами молотилки: дис.... канд.техн.наук: 05.20.01. / А. Н. Кудрявцев. – Горки, 2001. – 182 с.
11. Льноводство / [Отв. ред. А. Р. Рогаш]. – М.: Колос, 1967. – 583 с.
12. Корн, Г. А. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. А. Корн, Т. М. Корн; под общ. ред. И. Г. Арамановича. – М.: Наука, 1984. – 831с
13. Цайц, М. В. Определение усилия разрушения коробочек льна-долгунца / М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 93–99.

ПОИСКОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ЛЕНТ ЛЬНА УСТРОЙСТВОМ С ЭЛАСТИЧНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

В. А. ШАРШУНОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

В осваиваемой в Республике Беларусь западноевропейской технология уборки и первичной переработки льна осуществляется обмолот (очес) коробочек в линиях первичной переработки Van Dommele или Depoortere. Процесс очеса в данных линиях первичной переработки осуществляется гребневым очесывающим устройством, главным и серьезным недостатком которого являются повышенные повреждения и отход стеблей в путанину, что снижает качество получаемого волокна. С целью решения этой проблемы в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство с эластичным рабочим органом.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по выявлению основных факторов изучаемого процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом и обоснования их границ варьирования. По результатам проведенных поисковых экспериментов установлено, что наиболее рационально применять рабочий орган с зубчатой рабочей поверхностью. Он обеспечивает наиболее полный обмолот ленты льна по сравнению с рабочими органами с рифленой параболической поверхностью и гладкой поверхностью. Это объясняется тем, что наличие клиновидных зубьев обеспечивает их проникновение в нижние слои и уплотнение ленты льна. Анализ данных проведенных поисковых экспериментов обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом и построенные на их основе графики позволили определить рациональные интервалы варьирования факторов при обмолоте ленты льна, исходя из обеспечения высокой степени обмолота, низкой степени травмирования семян, низкой степени повреждения стеблей и их отхода в путанину: частота вращения рабочего органа – 2,7...3,2 об/с; скорость подачи ленты льна – 1,2...1,6 м/с; зазор между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) – 0,01...0,015 м; угол установки рабочего органа относительно плоскости зажимного транспортера – 0,85...1,10 рад; толщина слоя ленты льна – 0,01...0,03 м; смещение ленты льна относительно обмолачивающего устройства от -0,02 до +0,03 м. При этом было получено максимальное значение степени обмолота, равное 0,989.

Ключевые слова: лен, обмолачивающее устройство, коробочки льна, семена льна, обмолот, очес, лента льна, линия первичной переработки льна, эластичный рабочий орган.

In the Western European technology of harvesting and primary processing of flax, which is being mastered in the Republic of Belarus, bolls are threshed (towed) in the Van Dommele or Depoortere primary processing lines. The combing process in these primary processing lines is carried out by a ridge combing device, the main and serious disadvantage of which is increased damage and waste of the stems into tangles, which reduces the quality of the resulting fiber. In order to solve this problem, a threshing device with an elastic working body has been developed at Belarusian State Agricultural Academy.

The article presents results of experimental studies to identify the main factors of the studied process of flax strip threshing by a device with an elastic working body and substantiate their variation limits. Based on the results of the research experiments, it was found that it is most rational to use a working body with a toothed working surface. It provides the most complete threshing of the flax tape in comparison with working bodies with a corrugated parabolic surface and a smooth surface. This is explained by the fact that the presence of wedge-shaped teeth ensures their penetration into the lower layers and compaction of the flax tape. An analysis of the data of the conducted experiments of a threshing device with an elastic working body and the graphs built on their basis made it possible to determine the rational intervals for varying factors when threshing a flax tape, based on ensuring a high degree of threshing, a low degree of seed injury, a low degree of damage to the stems and their waste into a tangle: frequency of rotation of the working body – 2.7 ... 3.2 rev / s; flax tape feed speed – 1.2 ... 1.6 m / s; gap between the working body and the separating grating (deck) – 0.01 ... 0.015 m; installation angle of the working body relative to the plane of the clamping conveyor – 0.85 ... 1.10 rad; flax tape layer thickness – 0.01 ... 0.03 m; the displacement of the flax tape relative to the threshing device is from -0.02 to +0.03 m. In this case, the maximum value of the degree of threshing was obtained, equal to 0.989.

Key words: flax, threshing device, flax bolls, flax seeds, threshing, tow, flax strip, flax primary processing line, elastic working body.

Введение

В целях сокращения сроков уборки льна, а соответственно и потерь качественной тресты и семенного материала в Беларуси практикуется использование различных технологий уборки и первичной переработки льна-долгунца.

В Беларуси по опыту европейских стран внедряются раздельная технология уборки и технология заводского обмолота. Их внедрение позволяет начать уборочный период на 12 дней раньше, снизить энергозатраты за счет сокращения технологических операций проводимых в поле (очес коробочек, обмолот вороха и транспортировка) [1].

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей. От уровня его совершенства, зависит величина

урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха.

По заводской технологии уборки и первичной переработки льна-долгунца обмолот (очес) коробочек осуществляется в линиях первичной переработки льна Van Dommele или Depoortere. В данных линиях используются очесывающие аппараты колебательного типа с одним гребневым рабочим органом. Работа устройства на льняной тресте получаемой отечественными льнозаводами сопровождается: повреждением стеблей; отходом стеблей в путанину (до 8 %); высокой повреждаемостью семян; намотками на рабочий орган. Это вызвано несовершенством очесывающего аппарата и дефектами ленты льна поступающей на очес (относительный перекокс стеблей в ленте, растянутость и скрутки) [2, 3].

С целью устранения выявленных недостатков серийного очесывающего устройства нами предложена конструкция устройства, сочетающая комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем (молотильном) зазоре (между сепарирующей решеткой и эластичным зубчатым бичом) [4, 5, 6].

Основная часть

Для выявления основных факторов изучаемого процесса и обоснования их границ варьирования, была разработана и изготовлена специальная лабораторная установка (рис. 1).

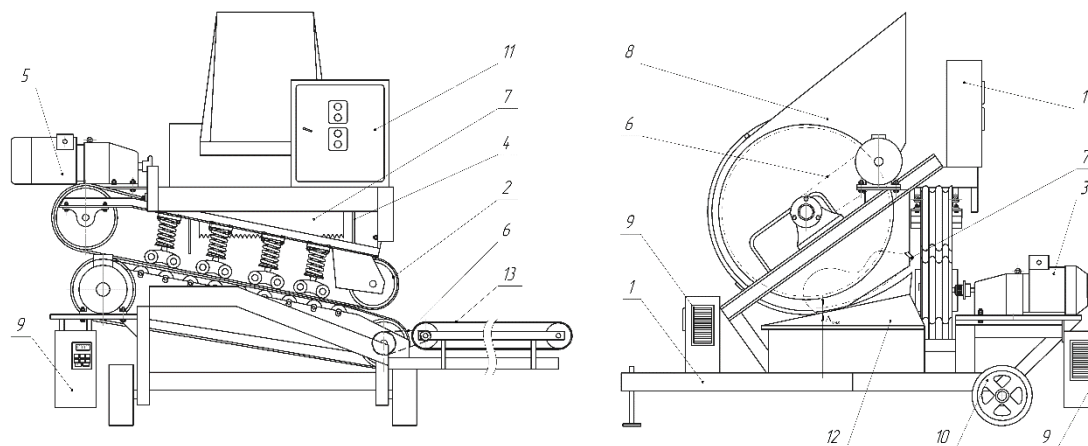


Рис. 1. Схема лабораторной установки:

1 – рама; 2 – зажимной транспортер; 3, 5 – мотор-редуктор; 4 – барабан; 6 – цепная передача; 7 – эластичный рабочий орган; 8 – камера обмолота; 9 – преобразователь частоты; 10 – колеса; 11 – шкаф управления; 12 – сепарирующая решетка (дека); 13 – подающий транспортер

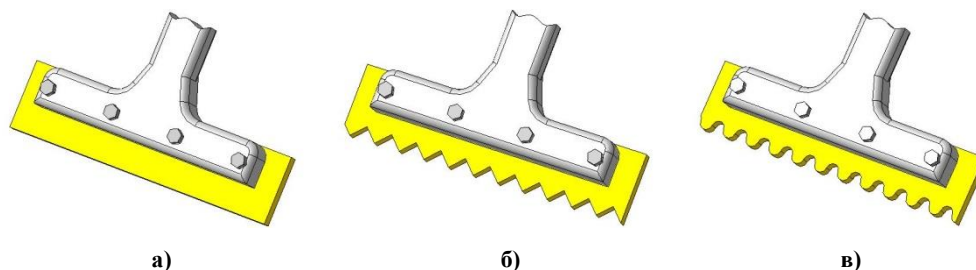
Лабораторная установка состоит из рамы 1, на которой установлен зажимной транспортер 2, привод которого осуществляется от мотор-редуктора 3 мощностью 2,2 кВт с оборотами выходного вала 125 об/мин. На раме 1 также установлен обмолочивающий барабан 4. Привод барабана состоит из мотор-редуктора с оборотами выходного вала 315 об/мин, мощностью 4 кВт и цепной передачи 6 с передаточным числом 1,5. Оба привода включаются при помощи шкафа управления 11 и снабжены индивидуальными преобразователями частоты вращения, позволяющими бесступенчато изменять контролируемые параметры: частоту вращения рабочего органа и скорость подачи ленты льна.

Барабан 4 оснащен эластичным рабочим органом (бичом) 7, установленным под острым углом относительно плоскости зажимного транспортера 2. Барабан 4 с эластичным рабочим органом 7 помещены в камеру обмолота 8. Под барабаном, в зоне обмолота, установлена сепарирующая решетка (дека) 12, форма которой повторяет траекторию движения рабочего органа и имеет регулировки по высоте. Для подачи ленты льна, лабораторная установка обеспечена подающим транспортером 13, привод которого осуществляется от зажимного транспортера посредством цепной передачи, что обеспечивает одинаковую скорость ленты подающего 13 и зажимного 2 транспортера. Для перемещения экспериментальной установки предусмотрены колеса 10 [7].

В качестве материала рабочего органа 7 был выбран полиуретан, изготовленный на основе импортного материала Адипрен 167. Благодаря своим особенным эксплуатационным свойствам, полиуретан широко используется в качестве замены резины различных марок и обладает свойствами, которые недостижимы для обычных резин: эластичность (относительное удлинение при разрыве – 500...600 %); низкая истираемость (истираемость – 11,3...26,6 м³/МДж, условная износостойкость в

3 раза выше чем у резины); высокая прочность (условная прочность при растяжении 35 МПа); высокое сопротивление раздиру и многократным деформациям (сопротивление раздиру не менее 50 кН/м); повышенная твердость (до 98 единиц Shore) [8, 9].

Для определения эффективного профиля рабочей поверхности эластичного рабочего органа были изготовлены три образца: с гладкой рабочей поверхностью; с рифленой параболической поверхностью; с зубчатой поверхностью рабочие органы (рис. 2), которые в дальнейшем подвергались лабораторным исследованиям.



а) б) в)

Рис. 2. Виды рабочих поверхностей исследуемых рабочих органов:

а) с гладкой рабочей поверхностью; б) с рифленой параболической поверхностью; в) с зубчатой поверхностью

Конструкция лабораторной установки позволяет в необходимых пределах изменять следующие параметры: частоту вращения рабочего органа, n , об/с; угол установки рабочего органа относительно плоскости зажимного транспортера, α_6 , рад; смещение подаваемой на обмолот ленты льна относительно обмолачивающего устройства, $L_{л}$, м; толщину слоя подаваемой на обмолот ленты льна, $h_{л}$, м; скорость подаваемой на обмолот ленты льна, $v_{л}$, м/с; зазор между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) Δ , м. В качестве результирующего параметра была принята степень обмолота, E [7].

На предварительных этапах экспериментов были выбраны опорные точки: $n = 2,5$ об/с; $\alpha_6 = 0,87$ рад (50°); $L_{л} = 0$ м; $h_{л} = 0,3$ м; $v_{л} = 1,5$ м/с; $\Delta = 0,015$ м. Схема поисковых исследований подразумевала поэтапное варьирование одного из факторов при фиксированных параметрах остальных на уровнях опорных точек. При выборе рационального интервала изменения факторов руководствовались тем, что минимальное значение степени обмолота должна быть в пределах 0,9.

Скорость подачи ленты льна оказывает значительное влияние на процесс обмолота. С увеличением скорости подачи ленты льна снижается число воздействий рабочего органа на ленту льна, что вызывает снижение степени обмолота. Изменение скорости подачи ленты льна изменялась в пределах от 1,2–2,0 м/с с интервалом варьирования 0,2 м/с (рис. 3, а). Анализируя полученные данные, следует отметить, что при увеличении скорости подачи до 1,6 м/с наблюдается незначительное снижение показателя функции отклика. Это обусловлено уменьшением времени воздействия рабочего органа на один участок ленты льна. С дальнейшим увеличением скорости подачи ленты льна происходит увеличение потерь семян от недомолота. Существенное снижение показателя степени обмолота, связано с тем, что средняя часть ленты подвергается лишь незначительному воздействию со стороны рабочего органа из-за быстрого прохождения зоны обмолота лентой льна.

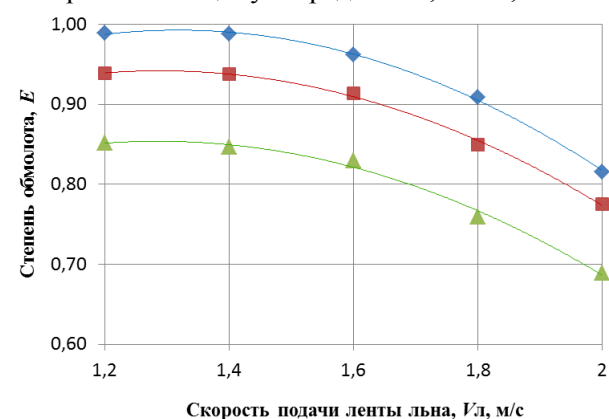
Смещение ленты льна относительно обмолачивающего устройства варьировалось в пределах от -0,1 до +0,1 м с интервалом варьирования равным 0,05 м. Анализируя результаты, можно сделать вывод, что смещение ленты льна оказывает значительное влияние на степень обмолота. Как видно из графика (рис. 3, б), наименьшее значение степени обмолота наблюдается при смещении ленты льна на -0,1 м в сторону зажимного транспортера, что объясняется нахождением значительного количества коробочек в «мертвой» зоне, а также снижения степени сжатия стеблей льна между рабочим органом и декой из-за уменьшения толщины слоя льна подаваемого на обмолот. В пределах смещения от -0,02 до +0,03 м происходит незначительное изменение степени обмолота и достигается наибольшее ее значение. Смещение от +0,03 до +0,1 м происходит интенсивное снижение функции отклика из-за недомолота верхушечной части ленты льна, а также наблюдается вырывание стеблей льна из зажимного транспортера.

Значение зазора между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) варьировалось в пределах от 0,005 м до 0,03 м и изменялось с интервалом 0,005 м (рис. 3, в). Анализируя результаты можно сделать вывод о том, что максимальное значение функции отклика было получено при зазоре 0,005 м, но при этом значении увеличивался отход стеблей в путанину по сравнению с отходом в путанину при зазоре 0,01 м и более, а также наблюдалось вырывание стеблей из зажимного транспортера. При увеличении зазора более 0,015 м степень обмолота интенсивно уменьшается в результате снижения сил трения и сил деформации коробочек льна. Рациональное значение зазора, при котором

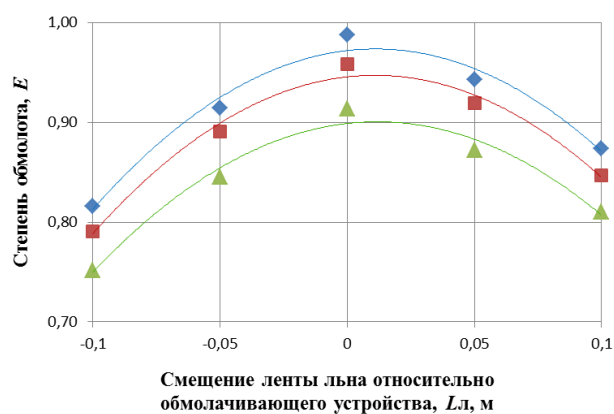
обеспечивается наиболее полный обмолот лент льна, а также наименьший стеблей в путанину, находится в пределах 0,01...0,015 м.

Угол установки рабочего органа относительно плоскости ленты льна удерживаемой зажимным транспортером варьировалась в пределах от 0,52 рад (30 град) до 1,22 рад (70 град) с интервалом 0,175 рад (10 град) (рис. 3, *з*). Проведя анализ результатов можно сделать вывод о том, что в диапазоне от 0,52 до 1,0 рад наблюдается увеличение функции отклика, а дальнейшее увеличение угла приводит к ее снижению. Наибольшее влияние угла установки наблюдается у рабочего органа с зубчатой поверхностью, что связано с зависимостью проникающей способности его зубьев в слой ленты льна от угла наклона рабочего органа. У рабочего органа с гладкой поверхностью влияние угла установки в заданном диапазоне незначительно. Для всех типов поверхностей рабочего органа рациональным значением угла установки, при котором наблюдается наибольшая степень обмолота, является диапазон 0,85...1,1 рад.

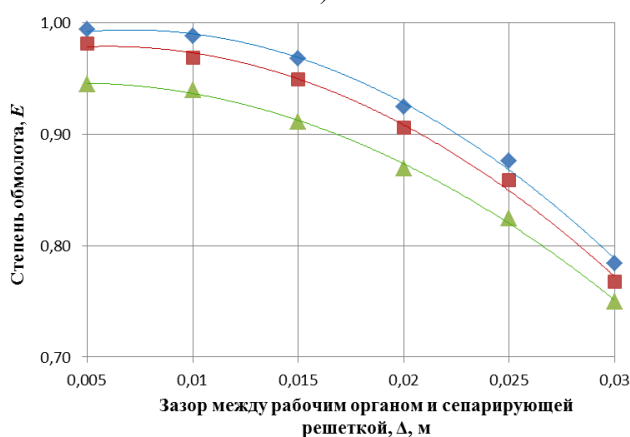
Толщина слоя ленты льна изменялась от 0,01 м до 0,05 м с интервалом 0,01 м. Проведя анализ результатов можно сделать вывод о том, что фактор является значимым. При увеличении толщины ленты льна более 0,03 м (рис. 3, *д*) степень обмолота значительно уменьшается, что связано в значительной степени с увеличением количества коробочек и семян находящихся внутри ленты льна, которые в последующем выносятся с лентой льна. Также, следует отметить, что с увеличением толщины слоя ленты льна увеличиваются силы сжатия ленты в пространстве между рабочим органом и сепарирующей решеткой и силы трения, это приводит к росту повреждения стеблей льна и их выдергивание из зажимного транспортера. При уменьшении слоя ленты льна ниже 0,02 м у рабочих органов с рифленной параболической поверхностью и зубчатой рабочей поверхностью наблюдается незначительное снижение степени обмолота, это объясняется тем, что часть семенных коробочек проскальзывают в межзубовом пространстве. Рациональной величиной толщины слоя ленты льна подаваемой на обмолот прием толщину в пределах 0,01...0,03 м.



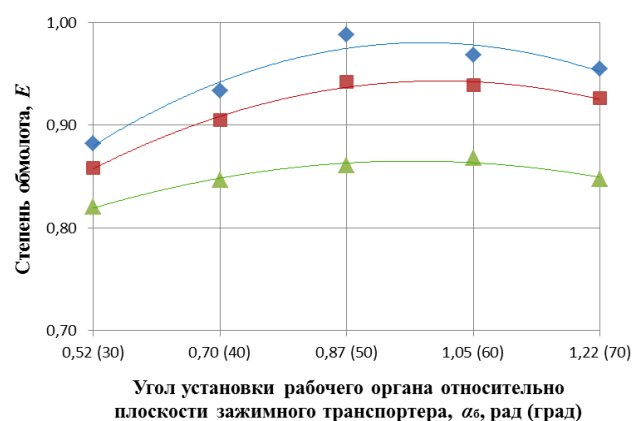
а)



б)



в)



з)

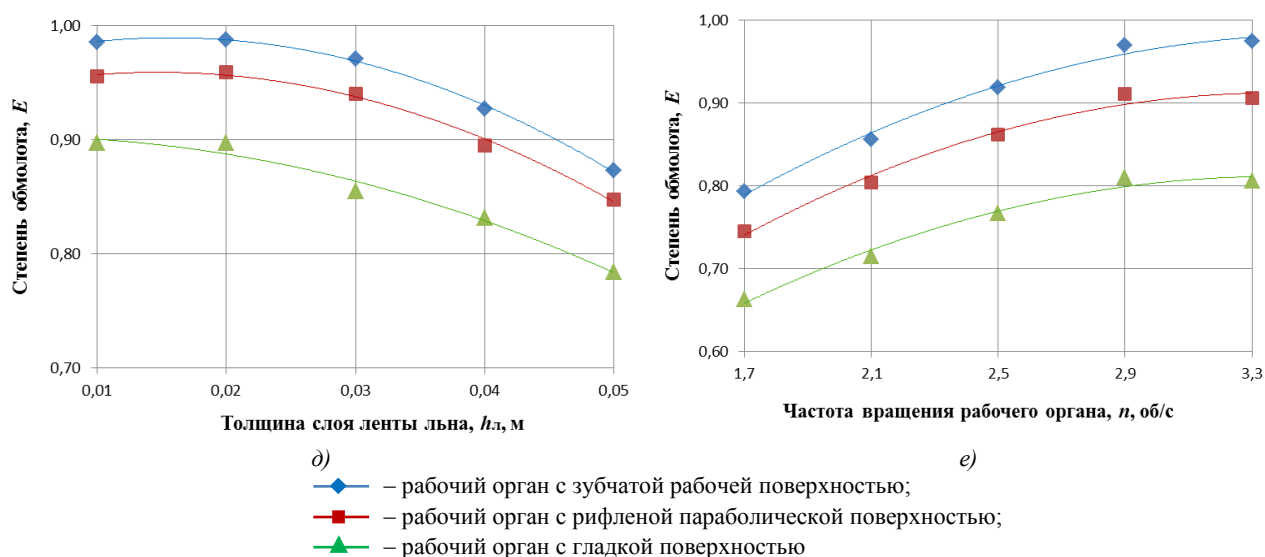


Рис. 3. Зависимость степени обмолота от а) скорости подачи ленты льна; б) смещение ленты льна относительно обмолачивающего устройства; в) зазора между рабочим органом и сепарирующей решеткой; г) угла установки рабочего органа относительно плоскости зажимного транспортера; д) толщины слоя ленты льна е) частоты вращения рабочего органа

При проведении поисковых экспериментов изучалось влияние частоты вращения рабочего органа на параметр оптимизации процесса обмолота. Проведя анализ результатов, можно сделать вывод о том, что фактор является значимым. Частота вращения рабочего органа изменялась от 1,7 до 3,3 об/с, интервал варьирования 0,4 об/с (рис. 3, е). Нижняя граница изменения параметра принималась исходя из условия хотя бы однократного воздействия рабочего органа на ленту льна, верхняя граница определялась в процессе проведения эксперимента согласно допустимым агротехническим требованиям повреждения семян, стеблей и отхода их в путанину. При частоте вращения рабочего органа 1,7 об/с наблюдается наихудший показатель степени обмолота для трех поверхностей рабочего органа, что объясняется недостаточным воздействием рабочего органа на ленту льна находящуюся в молотильном зазоре, образуются пропуски, огрехи и недомолот. При частоте вращения рабочего органа от 1,7 до 2,6 об/с происходит интенсивное нарастание функции отклика, при дальнейшем увеличении частоты вращения происходит незначительное увеличение степени обмолота, однако увеличивается травмирование стеблей льна. Поэтому рациональным значением является частота вращения рабочего органа от 2,7 до 3,2 об/с.

Заключение

По результатам проведенных поисковых экспериментов было установлено, что наиболее рационально применять рабочий орган с зубчатой рабочей поверхностью. Он обеспечивает наиболее полный обмолот ленты льна по сравнению с рабочими органами с рифленой параболической поверхностью и гладкой поверхностью, во всех случаях проведения опытов (рис. 3). Это объясняется тем, что наличие клиновидных зубьев обеспечивает их проникновение в нижние слои и уплотнение ленты льна.

Анализ проведенных поисковых экспериментов обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) и построенные на их основе графики позволили нам определить рациональные интервалы варьирования факторов при обмолоте ленты льна, исходя из обеспечения высокой степени обмолота, низкой степени травмирования семян, повреждения стеблей и отхода их в путанину: частота вращения рабочего органа – 2,7...3,2 об/с; скорость подачи ленты льна – 1,2...1,6 м/с; зазор между рабочим органом и сепарирующей решеткой (декой) – 0,01...0,015 м; угол установки рабочего органа относительно плоскости зажимного транспортера – 0,85...1,10 рад; толщина слоя ленты льна – 0,01...0,03 м; смещение ленты льна относительно обмолачивающего устройства от -0,02 до +0,03 м. При этом было получено максимальное значение степени обмолота равное 0,989.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №2. – С. 137–141.

2. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №4. – С. 174–180.
3. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленя, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц, 2015 // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – № 3. – С. 112–117.
4. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.
5. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № u 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.
6. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленя, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20110745; заявл. 29.09.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.
7. Левчук, В. А. Результаты экспериментальных исследований обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна / В. А. Левчук, М. В. Цайц. – Вестник БГСХА. – 2021. – №1. – С. 150–155.
8. Кузьминский, А. С. Физико-механические основы получения, переработки и применения эластомеров. – М.: Химия, 1976. – 368 с.
9. Анисимов Э. В. Общетехнический справочник / Э. В. Анисимов, В. П. Законников, А. Н. Малов и др.; Под ред. А. Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1971. – 464 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СЛОЯ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА В ЗОНЕ ОБМОЛОТА

С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

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

(Поступила в редакцию 14.01.2022)

От уровня совершенства процесса отделения семенной части от стеблей льна-долгунца зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха.

В целях повышения качества отделения семенной части от стеблей в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство, сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа, при взаимодействии с верхушечной частью ленты стеблей льна находящейся в зоне обмолота. Для изучения характера взаимодействия рабочего органа с обрабатываемым материалом необходимо учитывать параметры его слоя в зоне обмолота.

В статье предложена методика, позволяющая определять параметры слоя стеблей льна, находящегося в зоне воздействия обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом модернизированной линии первичной переработки льна. Установлена связь параметров слоя стеблей льна находящегося в зажимном транспортере обмолачивающего устройства с агробиологическими и морфологическими их характеристиками. Приведен пример реализации методики в математическом пакете MathCad, позволяющий моделировать различные ситуации состояния слоя материала в зоне обмолота в зависимости от количества стеблей на единицу длины ленты, их конусности, диаметра комлевой части, а также длины участка стебля льна, подверженного воздействию эластичного рабочего органа.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики расчета предлагаемого эластичного рабочего органа и моделирования его работы.

Ключевые слова: лен, обмолачивающее устройство, коробочки льна, лента стеблей льна, зона обмолота, объем материала, конусность стебля.

From the level of perfection of the process of separating the seed part from the stalks of fiber flax, the size of the crop, the amount of losses, the quality of flax products, the labor intensity and energy consumption of drying and processing flax heaps depend.

In order to improve the quality of separating the seed part from the stems in the primary processing line, a threshing device has been developed at Belarusian State Agricultural Academy, which combines the combined stripping and flattening effect of the elastic working body, when interacting with the top part of the flax stem tape located in the threshing zone. To study the nature of the interaction of the working body with the processed material, it is necessary to take into account the parameters of its layer in the threshing zone.

The article proposes a technique that allows you to determine the parameters of the layer of flax stalks located in the zone of influence of a threshing device with an elastic working body of a modernized flax primary processing line. The relationship between the parameters of the layer of flax stalks located in the clamping conveyor of the threshing device and their agrobiological and morphological characteristics has been established. An example of the implementation of the technique in the MathCad mathematical package is given, which allows modeling various situations of the state of the material layer in the threshing zone, depending on the number of stems per unit of tape length, their taper, the diameter of the butt, as well as the length of the section of the flax stem subjected to influence of the elastic working body.

The analytical dependencies considered in this article will form the basis of the method for calculating the proposed elastic working body and modeling its operation.

Key words: flax, threshing device, flax bolls, flax stems strip, threshing area, material volume, stem taper.

Введение

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей. От уровня его совершенства зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха [1].

По заводской технологии уборки и первичной переработки льна-долгунца обмолот (очес) коробочек со стеблей льна осуществляется в линиях первичной переработки льна Van Dommele или Depoortere [2, 3, 4].

В целях повышения качества отделения семенной части от стеблей в линии первичной переработки в УО БГСХА разработано обмолачивающее устройство сочетающее комбинированное очесывающее-плющильное воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем (молотильном) зазоре (между сепарирующей решеткой и эластичным зубчатым бичом) [5, 6, 7, 8].

С целью изучения характера взаимодействия рабочего органа с обрабатываемым материалом необходимо определить параметры слоя стеблей льна в зоне обмолота.

Основная часть

В процессе отделения семян от стеблей льна разработанным устройством, лента льна движется транспортером в зоне обмолота в зажатом в комлевой части стеблей состоянии. В нижней части зоны

обмолота жестко закреплена сепарирующая решетка (дека), а в верхней части расположен кривошипный механизм, обеспечивающий движение эластичного рабочего органа (бича) по некоторой криволинейной траектории [4–8]. Движение бича производится поперек транспортируемой ленты льна по направлению от зажимного транспортера. Размер рабочей зоны взаимодействия бича со стеблями льна по их поверхности зависит от ширины эластичного рабочего органа, конструктивных параметров его привода, геометрии и жесткости дека.

Лента льна при обмолоте удерживается зажимным транспортером на участке $L_{зт}$ (рис. 1, а) на расстоянии $L_{кс}$ от корней. На участке $L_{ст}$ происходит воздействие рабочего органа (бича) при обмолоте, а между участками $L_{зт}$ и $L_{ст}$ образуется участок $L_{мз}$ «мертвая зона». Участок ленты льна $L_{ст}$ содержит в себе семенные коробочки которые необходимо отделить от стеблей или разрушить обмолачивающим устройством. Для эффективной работы обмолачивающего устройства участок $L_{ст}$ должен быть больше зоны расположения семенных коробочек в ленте стеблей льна.

Движущийся в зажимном транспортере слой стеблей неоднороден. Согласно агробиологическим и морфологическим характеристикам льна-долгунца, стебли у его комлевой части в 2–4,5 раза толще, чем у верхушечной его части. В связи с этим лента льна имеет конусность по длине стеблей, сходящуюся к верхушечной части. При этом толщина слоя стеблей h_k в точке начала взаимодействия бича с лентой льна M_1 больше, чем толщина ленты льна в ее верхушечной части h_b (рис. 1).

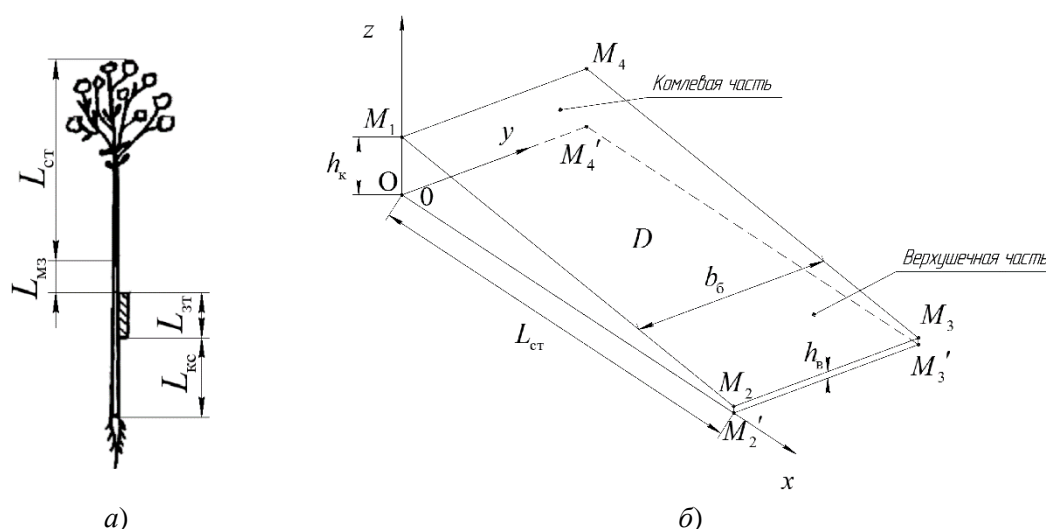


Рис. 1. Схема к обоснованию параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота:
 а – воздействие рабочих органов на стебли льна-долгунца при обмолоте; б – фрагмент рабочей зоны материала, взаимодействующий с бичом; $L_{кс}$ – комлевая часть стебля; $L_{зт}$ – участок стебля в зажимном транспортере; $L_{мз}$ – участок стебля льна между участками $L_{зт}$ и $L_{ст}$ («мертвая зона»); $L_{ст}$ – участок стебля подверженный воздействию рабочего органа (бича) при обмолоте

Выделим на ленте стеблей участок, который будет находиться под воздействием эластичного бича шириной b_b . При этом будем предполагать, что зажимной транспортер движется с постоянной скоростью ($v_t = \omega \cdot R$), а бич совершает свое воздействие на стебли с частотой n_b и периодом взаимодействия T_b (время взаимодействия с лентой льна).

Определим площадь и объем материала, которые будут находиться под периодическим воздействием эластичного рабочего органа. Для этого рассмотрим слой стеблей шириной равной b_b , длиной, равной $L_{ст}$ (расстояние от точки зажима стеблей до их верхушечной части), толщиной у комлевой части h_k , а у верхушечной части – h_b , с привязкой к системе координат $Oxyz$ (рис. 1).

Тогда искомая площадь будет представлять собой площадь прямоугольника $M_1M_2M_3M_4$, а объем будет соответствовать объему фигуры $OM_2'M_3'M_4'M_1M_2M_3M_4$, где $O(0;0;0)$; $M_1(0;0;h_k)$; $M_2(L_{ст};0;h_b)$; $M_3(L_{ст};b_b;h_b)$; $M_4(0;b_b;h_k)$; $M_2'(L_{ст};0;0)$; $M_3'(L_{ст};b_b;0)$; $M_4'(0;b_b;0)$.

Площадь прямоугольника $M_1M_2M_3$ найдем по формуле:

$$S_{\text{п.з.}} = \overline{M_1M_2} \cdot \overline{M_1M_4} = \frac{\overline{M_1M_4(0;b_6;0)}}{\overline{M_1M_2(L_{\text{ст}}-0;0-0;h_{\text{б}}-h_{\text{к}})}} \cdot \overline{M_1M_4} = b_6 \cdot \sqrt{L_{\text{ст}}^2 + (h_{\text{б}} - h_{\text{к}})^2}.$$

Таким образом, площадь зоны материала, находящегося под периодическим воздействием эластичного рабочего органа можно определить по формуле:

$$S_{\text{п.з.}} = b_6 \cdot \sqrt{L_{\text{ст}}^2 + (h_{\text{б}} - h_{\text{к}})^2}. \quad (1)$$

Получим модель этой зоны, т. е. опишем плоскость $M_1M_2M_3M_4$ уравнением. Для этого воспользуемся уравнением плоскости, проходящей через три заданные точки $M_1(x_{M_1};y_{M_1};z_{M_1})$; $M_2(x_{M_2};y_{M_2};z_{M_2})$; $M_4(x_{M_4};y_{M_4};z_{M_4})$:

$$\begin{vmatrix} x - x_{M_1} & y - y_{M_1} & z - z_{M_1} \\ x_{M_2} - x_{M_1} & y_{M_2} - y_{M_1} & z_{M_2} - z_{M_1} \\ x_{M_4} - x_{M_1} & y_{M_4} - y_{M_1} & z_{M_4} - z_{M_1} \end{vmatrix} = 0. \quad (2)$$

В нашем случае, когда $M_1(0;0;h_{\text{к}})$; $M_2(L_{\text{ст}};0;h_{\text{б}})$; $M_4(0;b_6;h_{\text{к}})$ уравнение (2) переписывается в виде:

$$\begin{vmatrix} x & y & z - h_{\text{к}} \\ L_{\text{ст}} & 0 & h_{\text{б}} - h_{\text{к}} \\ 0 & b_6 & 0 \end{vmatrix} = 0. \quad (3)$$

Отдельно вычислим определитель левой части уравнения (3), разложив его по первой строке

$$\begin{aligned} \begin{vmatrix} x & y & z - h_{\text{к}} \\ L_{\text{ст}} & 0 & h_{\text{б}} - h_{\text{к}} \\ 0 & b_6 & 0 \end{vmatrix} &= x \cdot \begin{vmatrix} 0 & h_{\text{б}} - h_{\text{к}} \\ b_6 & 0 \end{vmatrix} - y \cdot \begin{vmatrix} L_{\text{ст}} & h_{\text{б}} - h_{\text{к}} \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + (z - h_{\text{к}}) \cdot \begin{vmatrix} L_{\text{ст}} & 0 \\ 0 & b_6 \end{vmatrix} = \\ &= x \cdot (0 - b_6 \cdot (h_{\text{б}} - h_{\text{к}})) + (z - h_{\text{к}}) \cdot (L_{\text{ст}} \cdot b_6 - 0) = -b_6 \cdot (h_{\text{б}} - h_{\text{к}}) \cdot x + \\ &+ L_{\text{ст}} \cdot b_6 \cdot (z - h_{\text{к}}) = b_6 \cdot (h_{\text{б}} - h_{\text{к}}) \cdot x + L_{\text{ст}} \cdot b_6 \cdot (z - h_{\text{к}}) \end{aligned} \quad (4)$$

Тогда математическая модель плоскости взаимодействия верхнего слоя ленты стеблей с бичом описывается уравнением:

$$b_6 \cdot (h_{\text{б}} - h_{\text{к}}) \cdot x + L_{\text{ст}} \cdot b_6 \cdot (z - h_{\text{к}}) = 0. \quad (5)$$

Разделим обе части уравнения (5) на величину b_6 , тогда оно примет вид:

$$(h_{\text{б}} - h_{\text{к}}) \cdot x + L_{\text{ст}} \cdot (z - h_{\text{к}}) = 0. \quad (6)$$

Продемонстрируем пример расчета параметров слоя льна в математическом пакете MathCad.

Предположим, что длина участка стеблей подверженного воздействию рабочего органа $L_{\text{ст}} = 0,45$ м, диаметр комлевой части стебля льна $d_{\text{кст}} = 0,002$ м, среднее статистическое количество стеблей в слое примем $n_{\text{ст}} = 25$ шт, а ширина эластичного рабочего органа $b_6 = 0,4$ м.

Согласно принятым параметрам, толщина слоя стеблей в комлевой части составит $h_{\text{к}} = n_{\text{ст}} \cdot d_{\text{кст}} = 0,05$ м. Конусность стебля льна определим по зависимости полученной М. М. Ковалевым [9] $k = 0,66 \cdot d_{\text{кст}} + 0,0002 = 0,00152$. С учетом конусности и длины стеблей льна, подверженных воздействию рабочего органа, величина диаметра верхушечной части стебля составит

$d_{вст} = d_{кст} - k \cdot L_{ст} = 0,00132$ м. Толщина слоя стеблей в верхушечной части определим как $h_{в} = n_{ст} \cdot d_{вст} = 0,0329$ м.

Площадь зоны материала, находящегося под периодическим воздействием эластичного рабочего органа, согласно (1), составит $S_{р.з.} = b_{б} \cdot \sqrt{L_{ст}^2 + (h_{в} - h_{к})^2} = 0,18013$ м² или $S_{р.з.} = \sqrt{1 + k^2} \cdot L_{ст} \cdot b_{б} = 0,18$ м².

Вариант оформления исходных данных и расчетной части в математическом пакете MathCad показан на рис. 2.

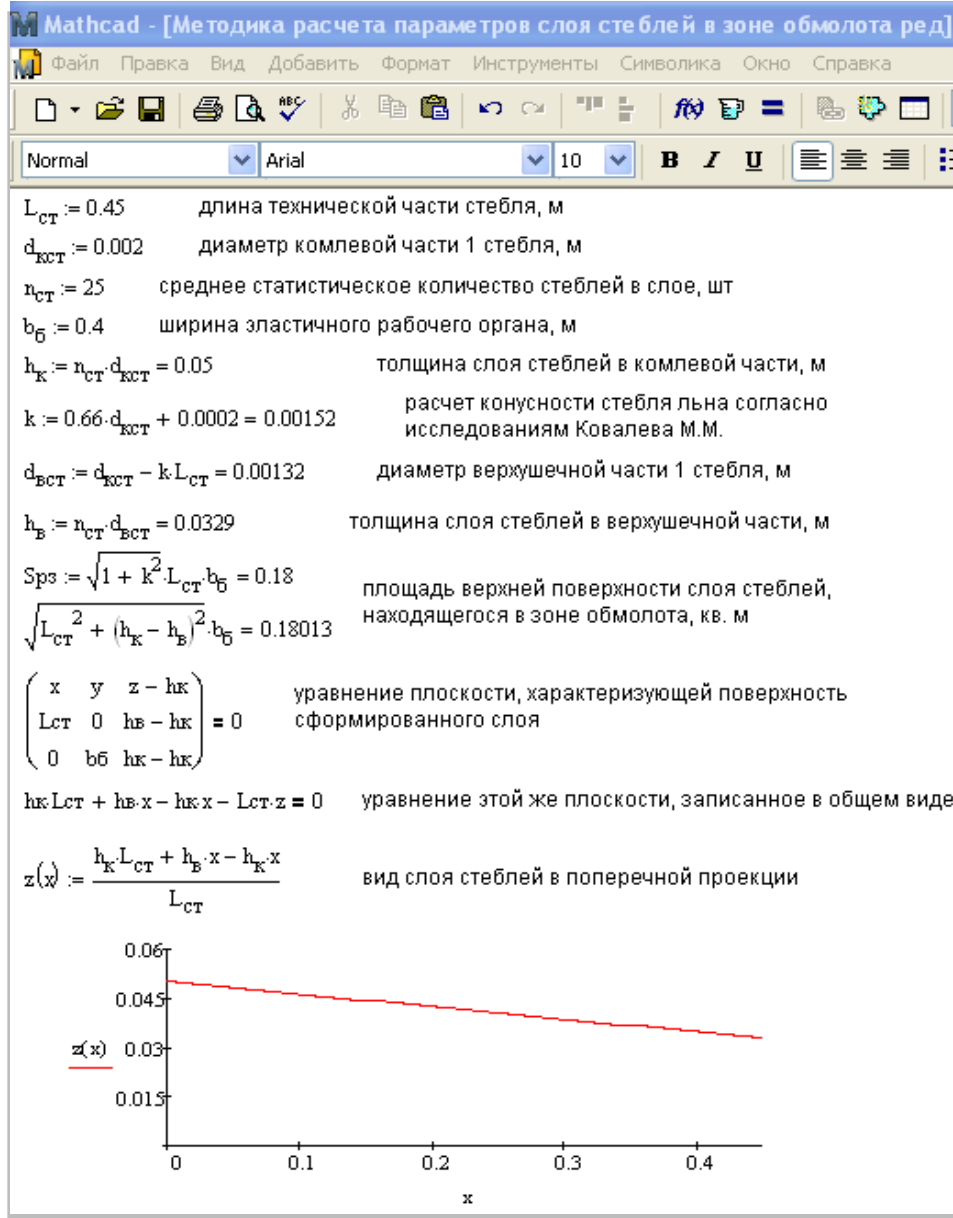


Рис. 2. Исходные данные, расчетная часть и графическое представление поперечного сечения слоя стеблей льна в зоне обмолота реализованная в математическом пакете MathCad

Определим объем рабочей зоны материала, который будет взаимодействовать с эластичным рабочим органом. Известно [10], что

$$V = \iint_D z(x; y) dx dy, \quad (7)$$

где $z(x; y)$ – функция, определяющая поверхность, ограничивающую тело искомого объема сверху; D – замкнутая область, в которую проектируется объемное тело на плоскость xOy .

В рассматриваемом случае тело $OM_2'M_3'M_4'M_1M_2M_3M_4$ ограничивается сверху плоскостью $M_1M_2M_3M_4$, которая описывается уравнением (6) и проецируется на плоскость xOy в прямоугольник $OM_2'M_3'M_4'$. Поэтому чтобы реализовать формулу (7) из формулы (6) выразим переменную z :

$$L_{\text{ст}}(z - h_k) = (h_b - h_k) \cdot x; \quad z = \frac{(h_b - h_k) \cdot x}{L_{\text{ст}}} + h_k \Rightarrow z(x, y) = \frac{h_b - h_k}{L_{\text{ст}}} \cdot x + h_k. \quad (8)$$

Тогда под воздействием эластичного рабочего органа будет находиться объем стеблей:

$$\begin{aligned} V_{\text{п.з.}} &= \int_0^{b_6} dy \cdot \int_0^{L_{\text{ст}}} \left(\frac{h_b - h_k}{L_{\text{ст}}} \cdot x + h_k \right) dx = [y]_0^{b_6} \cdot \left[\frac{h_b - h_k}{L_{\text{ст}}} \cdot \frac{x^2}{2} + h_k \cdot x \right]_0^{L_{\text{ст}}} = \\ &= b_6 \cdot \left(\frac{L_{\text{ст}} \cdot (h_b - h_k)}{2} + h_k \cdot L_{\text{ст}} \right) = \frac{b_6 \cdot L_{\text{ст}} \cdot (h_b + h_k)}{2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Продемонстрируем пример расчета объема слоя стеблей льна, находящегося в зоне обмолота, согласно принятым параметрам в математическом пакете MathCad.

Объем материала, находящегося под периодическим воздействием эластичного рабочего органа, согласно (9) составит $V_{\text{п.з.}} = \frac{b_6 \cdot L_{\text{ст}} \cdot (h_b + h_k)}{2} = 0,00746 \text{ м}^3$.

Вариант оформления расчетной части в математическом пакете MathCad показан на рис. 3.

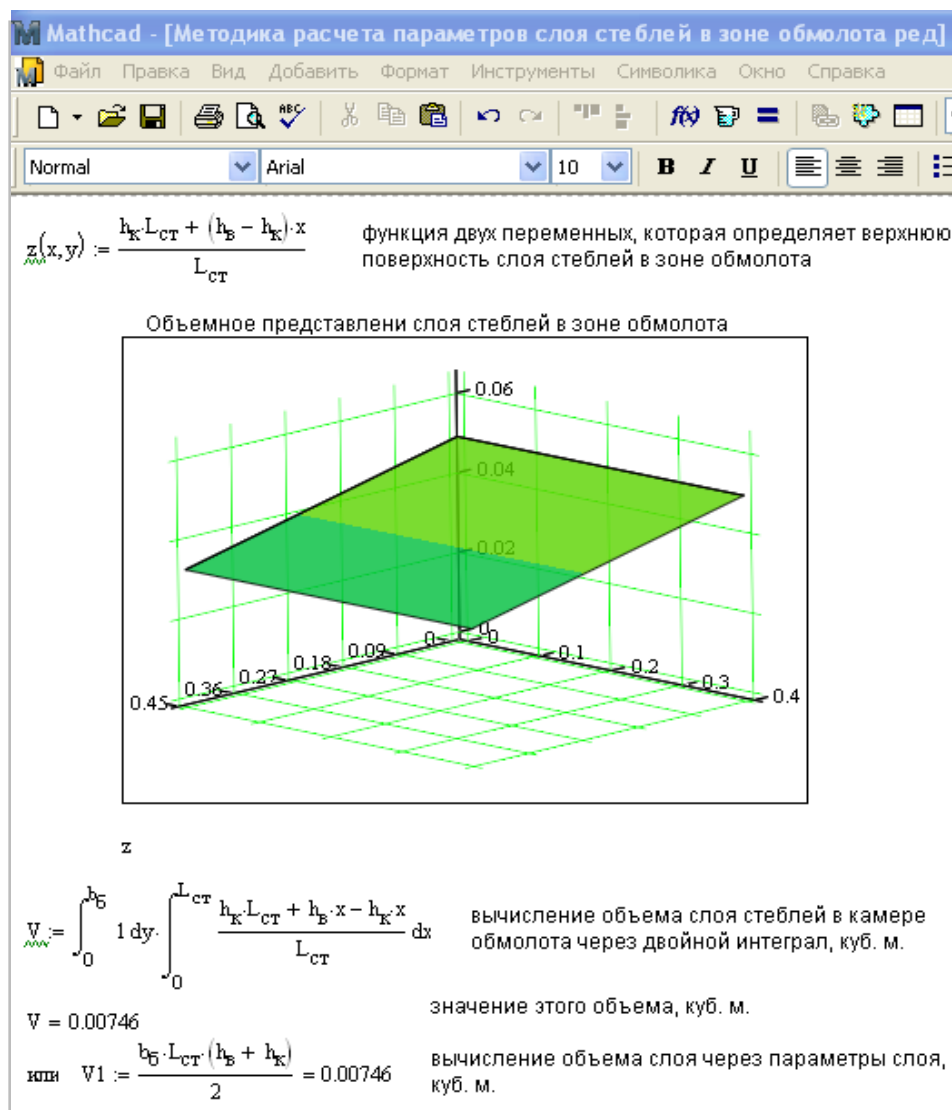


Рис. 3. Расчетная часть и графическое представление объема слоя стеблей в зоне обмолота реализованная в математическом пакете MathCad

Результаты модели (9) позволяют определить объем слоя стеблей в зоне обмолота с учетом ширины эластичного рабочего органа при изменяющихся параметрах слоя стеблей льна, таких как участок стебля льна $L_{ст}$, величины слоя стеблей льна в верхушечной h_v и комлевой h_k частях ленты стеблей льна.

Заключение

Получены аналитические зависимости, позволяющие определять параметры слоя стеблей льна (площадь зоны материала, находящегося под периодическим воздействием эластичного рабочего органа и объем слоя стеблей), находящегося в зоне обмолота разработанного в УО БГСХА обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна. Установлено, что параметры слоя определяются количеством стеблей на единицу длины ленты, их конусностью и диаметром комлевой части, а также длиной участка стебля льна, подверженного воздействию эластичного рабочего органа при обмолоте.

Аналитические зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики расчета предлагаемого эластичного рабочего органа и моделирования его работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
2. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
3. Шаршунов, В. А. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – №4. – С. 174–180.
4. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленья, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц, 2015 // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – № 3. – С. 112–117.
5. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна: пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленья, М. В. Лёвкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20100607; заявл. 06.07.10; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.
6. Устройство для выделения семян из ленты льна: пат. 8183 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Кругленья, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель УО «БГСХА». – № и 20110743; заявл. 29.09.11; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2 – С. 197.
7. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленья, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20110745; заявл. 29.09.11; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.
8. Устройство для обмолота коробочек льна: пат. 8494 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленья, М. В. Лёвкин, В. А. Левчук; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20110746; заявл. 29.09.11; опубл. 04.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 177.
9. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна долгунца: Дис. ... док. техн. наук. – Тверь. 2010. – 615 с.
10. Воднев, В. Т. Основные математические формулы: Справочник / В. Т. Воднев, Н. Ф. Наумович, А. Ф. Наумович; ред. Ю. С. Богданов. - 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1995. – 380 с.

ОБЗОР МАШИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР И ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. И. ФИЛИППОВ, А. А. АУТКО

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
Гродно, Республика Беларусь, e-mail: kafmehan@mail.ru*

В. П. ЧЕБОТАРЕВ

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

К. Л. ПУЗЕВИЧ

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

(Поступила в редакцию 18.01.2022)

В статье проведен анализ основных машин для обработки пропашных культур как основа совершенствования и разработки машин в концепции экологического земледелия. Исследования направлены на разработку технологии производства картофеля и овощей на основе экологического земледелия, включая новые агроприемы их возделывания при максимальном механическом уничтожении сорной растительности в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и вегетационный периоды с применением биологических препаратов, комплексных микроудобрений на основе наночастиц, и на создание оптимальной физической структуры почвы на основе применения современных средств механизации отечественного производства, обеспечивающих получение качественной продукции. Предложенным и усовершенствованным нами агрегатом можно провести обработку поверхности узкопрофильных гряд одновременно различными рабочими органами, воздействуя только на поверхностный слой почвы за один проход. В результате этот слой максимально освобождается от сорных растений, что позволяет исключить применение гербицидов при возделывании картофеля, а также овощных культур в системе экологического земледелия. В этой связи интерес представляет культиватор со щеточными барабанами, копирующими поверхность гребней, сформированных перед или при посадке культурных растений. Предварительные испытания предлагаемого агрегата, которые проходили на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет», а также на полях фермерского хозяйства «Горизонт» Мостовского района Гродненской области и СПК «Черняны» Пинского района Брестской области, показали, что он обеспечивает почти полное уничтожение сорняков, как на ровной поверхности между рядами, так и на поверхности гребней, а также обеспечивает качественное рыхление между рядами и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата.

Ключевые слова: *культиватор, картофель, гребни, устройство, фрезерная обработка, механическое уничтожение сорняков, профилеформователь, щеточные барабаны, рабочие органы, агрегат, экологическое земледелие.*

The article analyzes the main machines for row crop cultivation as the basis for the improvement and development of machines in the concept of ecological farming. Research is aimed at developing a technology for the production of potatoes and vegetables based on ecological farming, including new agricultural practices for their cultivation with maximum mechanical destruction of weeds in the pre-sowing, pre-planting, pre-emergence and vegetation periods using biological preparations, complex microfertilizers based on nanoparticles, and to create the optimal physical structure of the soil based on the use of modern means of mechanization of domestic production, ensuring the production of quality products. With the proposed and improved unit, it is possible to treat the surface of narrow-profile ridges simultaneously with various working bodies, acting only on the surface layer of the soil in one pass. As a result, this layer is maximally freed from weeds, which makes it possible to exclude the use of herbicides in the cultivation of potatoes, as well as vegetable crops in the system of ecological farming. In this regard, of interest is a cultivator with brush drums that copy the surface of the ridges formed before or during planting of cultivated plants. Preliminary tests of the proposed unit, which took place on the experimental field of the EE «Grodno State Agrarian University», as well as on the fields of the farm "Horizon" of the Mostovsky district of the Grodno region and the APC «Chernyany» of the Pinsk district of the Brest region, showed that it provides almost complete destruction of weeds, both on a flat surface between rows and on the surface of ridges, and also provides high-quality loosening of row spacings and surface treatment of ridges while maintaining their shape after the passage of the unit.

Key words: *cultivator, potatoes, ridges, device, milling, mechanical weeding, profile former, brush drums, working bodies, unit, organic farming.*

Введение

Борьба с сорной растительностью – один из решающих факторов достижения высокой урожайности картофеля. Сорняки, используя низкую конкурентоспособность картофеля, быстро опережают его в развитии, потребляя из почвы необходимые для клубней питательные вещества и влагу, ухудшают аэрацию почвы, затрудняя подвод к клубням кислорода.

Ширина захвата пропашного культиватора и число обрабатываемых им рядков должны быть равны соответственно ширине захвата сажалки или сеялки и числу образованных ими рядков. Стыковые

междурядья пропашные культиваторы должны обрабатывать за два прохода. В противном случае рабочие органы пропашного культиватора будут вырезать часть растений в рядах, примыкающих к стыковому междурядью, или оставлять необработанные полосы.

Цель наших исследований – разработать технологии производства картофеля и овощей на основе экологического земледелия, включая новые агроприемы их возделывания при максимальном механическом уничтожении сорной растительности в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и вегетационный периоды с применением биологических препаратов, комплексных микроудобрений на основе наночастиц, и создание оптимальной физической структуры почвы на основе применения современных средств механизации отечественного производства, обеспечивающих получение качественной продукции.

Основная часть

Для междурядной обработки картофеля применяют культиваторы КЧ-2,8, КОН-2,8, КНО-4,2 и др. Обработку посевов сахарной свеклы проводят культиваторами КМС-5,4, УСМК-5,4, КФ-5,4. Междурядную обработку посевов кукурузы – культиваторами типа КРН-5,6. Культиваторами-гребнеобразователями типа КГО-3 нарезают гребни перед посадкой картофеля и посевом семян овощных культур. Культиваторами-опрыскивателями типа КОУ-4/6 обрабатывают также защитную зону ряда пестицидами, или подкармливают растения жидкими минеральными удобрениями. Компоновочные схемы всех культиваторов-окучников аналогичны.

Культиватор-окучник навесной КОН-2,8 предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного четырехрядными картофелесажалками. На поперечном брусе рамы культиватора КОН-2,8 размещены пять секций рабочих органов и четыре туковысевающих аппарата.

На секциях можно устанавливать полольные, универсальные стрельчатые и долотообразные лапы, окучивающие корпуса, подкормочные ножи, ротационные боронки. Кроме того, на культиватор можно навешивать сетчатую борону.

Окучник чизельный ОЧ-2,8 предназначен для междурядной обработки пропашных культур и нарезки гребней под посадку картофеля. Окучник агрегируется с тракторами класса 14 кН. Рабочая ширина захвата 2,8 м. Глубина обработки до 16 см. Рабочая скорость движения 8 км/ч. На окучнике ОЧ-2,8 установлено пять окучивающих корпусов с чизельными стойками для обработки четырех рядков картофеля. Окучник чизельный может быть укомплектован сетчатой бороной [3, 4].

Культиватор-окучник КНО-4,2 предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного шестирядными картофелесажалками. Может работать на каменистых почвах. Для окучивания картофеля в комплекте культиватора имеются право- и левосторонние окучивающие диски.

Культиватор-гребнеобразователь КГО-3,0 предназначен для рыхления почвы и формирования гребней с междурядьями 70 или 75 см перед посадкой картофеля, а также довсходового и после всходового формирования трапециевидных гребней. Гребнеобразователь КГО-3,0 агрегируется с тракторами тягового класса 14 или 20 кН. Рабочая скорость 5...8 км/ч. Ширина междурядий 70 см. Количество нарезанных гребней 4. Глубина обработки 16 см. Высота гребней 30 см. Ширина гребня по верху 10,5...15 см [7, 8, 9].

Культиватор-гребнеобразователь, смонтированный на заднюю навеску трактора посредством трехточечной навески, в рабочем состоянии перекачивается по обрабатываемому полю вслед за трактором. При движении агрегата ходовые колеса перекачиваются по почве и обеспечивают заданную глубину обработки почвы. Стрельчатые лапы рыхлят почву на дне борозды, а рыхлительные лапы рыхлят почву междурядий. Почва, отражаясь от дисковых окучников, ложится на поверхность гребня и в дальнейшем разравнивается корпусом формователя гребня [10, 11].

Культиватор-опрыскиватель универсальный КОУ-4/6 предназначен для нарезки гребней, междурядной обработки овощных и пропашных культур, возделываемых на ровной поверхности или на грядах с ленточным внесением пестицидов и растворимых минеральных удобрений. Культиватор-опрыскиватель КОУ-4/6 может настраиваться на обработку четырех или шести рядков. Агрегируется с тракторами класса 14 кН.

В зависимости от установленных рабочих органов культиватор выполняет следующие операции:

- 1 – нарезку гребней с одновременным рыхлением основания образуемого гребня;
- 2 – междурядную обработку с окучиванием овощных и пропашных культур как на ровной поверхности, так и на грядах с возможностью ленточного внесения пестицидов и растворимых минеральных удобрений.

Рабочая ширина захвата 2,8 или 4,2 м. Ширина междурядий 70 см. Рабочая скорость 6...8 км/ч. Глубина обработки 6...16 см. Вместимость резервуара для раствора пестицида 300 л. Доза внесения рабочей жидкости 37...540 л/га. Ширина полосы опрыскивания 10...35 см. [12, 13, 14, 15].

Культиватор-опрыскиватель КОУ-4/6 состоит из рамы с замком автосцепки, пяти или семи рабочих секций, двух опорных колес и оборудования для локального внесения пестицидов и жидких минеральных удобрений [16, 17, 18].

Анализ ранее проведенных исследований показал, что дисковые окучивающие рабочие органы обеспечивают более плотную обрабатываемую поверхность. Сорняки на такой поверхности всходят несколько позже, чем на более рыхлой, и в меньших количествах. Однако отвальные и дисковые окучивающие рабочие органы рыхлят дно борозд и стенок гребней на 3-5 см. В результате из нижних слоев в верхние выносятся семена сорняков, которые в дальнейшем взойдут. Кроме того, они, как правило, не обеспечивают уничтожение сорняков на поверхности гребней и в защитных зонах.

Задачей наших разработок концепции экологического земледелия является формирование поверхности узкопрофильных гребней из перемещенной почвы в результате междурядной обработки в изначально сформированный профиль гребней и микрорыхление поверхностного почвенного слоя узкопрофильных гряд с одновременным уничтожением сорняков и дополнительным уплотнением поверхностного слоя почвы. Проведенный анализ рабочих органов позволил нам разработать перспективные рабочие органы для экологического земледелия.

В этой связи интерес представляет культиватор со щеточными барабанами, копирующими поверхность гребней, сформированных перед или при посадке культурных растений. Однако с целью обоснования конструктивно-режимных параметров рабочих органов необходимо провести дополнительные исследования. Культиватор состоит (рис. 1) из рамы с устройством для навески 1, рыхлительных и окучивающих лап на чизельных стойках 2, щеточных барабанов 3 и гребнеобразователя 4 с копирующими колесами 5.



а) вид сбоку



б) задне-боковой вид

Рис. 1. Культиватор со щеточными рабочими органами для поверхностной обработки гребней:
1 – рама с устройством для навески; 2 – рыхлительные и окучивающие лапы на чизельных стойках;
3 – щеточные барабаны; 4 – гребнеобразователь; 5 – копирующие колеса

При работе такого культиватора дно борозды и боковые стенки гребней обрабатываются рыхлительными и окучивающими лапами, а поверхность гребня и боковые стенки у верхушки – щеточными барабанами. Форма гребня поддерживается гребнеобразователем. При этом уплотняются стенки и поверхность гребней.

Решение проблемы снижения пестицидной нагрузки при возделывании картофеля, а также и овощных культур должно быть сосредоточено в направлении максимального механического удаления сорных растений при возделывании культуры и применении экологически безопасных средств защиты растений.

Определяющим фактором при усовершенствовании существующих технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новым конструктивным решением. В исследовательском процессе задействован агрегат универсальный для экологического земледелия, выполняющий одновременно несколько функций в технологическом цикле.

В таблице даны основные параметры, размеры и показатели качества выполнения технологического процесса предложенного агрегата АУ-М1 для профилирования узкопрофильных гряд, обработки профилированной поверхности почвы в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и после всходовый периоды возделывания культур и ленточного внесения рабочих растворов биопрепаратов.

Основные параметры, размеры и показатели качества выполнения технологического процесса предложенного агрегата АУ-М1

Наименование показателя	Значение
Общие показатели	
Марка	АУ-М1
Тип	навесной
Агрегатирование	тракторы класса 1,4
Масса, кг, не более	700,0
Габаритные размеры, мм, не более:	
– в рабочем положении:	
длина	3400
ширина	4400
высота	1600
– в транспортном положении:	
длина	3400
ширина	4400
высота	1600
Рабочая ширина захвата, м	2,8–3,0
Ширина междурядий, см	70, 75
Составные части агрегата, кол.:	
– рама	1
– колеса, опорно-регулируемые	2
– рабочие секции	5
– система гидропривода с кронштейнами	1
– лапа стрельчатая с пружинной стойкой	4
– туковывсевающие емкости	2
– диски сферические:	
сдвоенные	3
одиночные	2
– профилеобразующий барабан	1
– окучники	5
Рабочая скорость, км/ч	3,0–5,0
Транспортная скорость, км/ч	5,0–20,0
Производительность за час основного времени, га:	
– при ширине захвата 2,8 м;	0,84–1,4
– при ширине захвата 3,0 м	0,91–1,5
Производительность за час эксплуатационного времени, га:	
– при ширине захвата 2,8 м;	0,58–0,98
– при ширине захвата 3,0 м	0,63–1,05
Производительность за час сменного времени, га:	
– при ширине захвата 2,8 м;	0,58–0,98
– при ширине захвата 3,0 м	0,63–1,05
Удельный расход топлива за основное время работы, кг/га	4,0–10,0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Коэффициент использования сменного времени, не менее	0,7
Коэффициент использования эксплуатационного времени, не менее	0,7
Коэффициент надежности технологического процесса, не менее	0,98
Коэффициент технологического обслуживания	0,99
При профилировании узкопрофильных гряд	
Параметры узкопрофильных гряд:	трапецеидальный
– профиль узкопрофильных гряд	20–30
– ширина в верхней части, см	30–40
– ширина у основания, см	8–20
– высота гряд в зависимости от возделываемых культур, см	5–15
– глубина рыхления почвы в зоне образования гряд, см	
Составные части агрегата, кол.:	
– рама	1
– колеса, опорно-регулируемые	2
– рабочие секции	5
– система гидропривода с кронштейнами	1
– стойки пружинные:	
при обработке поверхности гряд	4
при обработке ровной поверхности почвы	5
– диски фрезерные	8
– диски сферические:	
сдвоенные	3
одиночные	2

– профилеформователь	4
– лапы-бритвы	8
– лапы стрелчатые	5
– лапы-отвальчики	8
– щеточный барабан	1
Емкость рабочих растворов, вместимостью не более, л	500
Тип насоса	диафрагмовый
Производительность насоса, л/мин, не более	12
Напряжение питающей сети, В, не более	12
Показатели качества при обработке профилированной поверхности почвы в довсходовый период	
Крошение почвы, %:	85,0
– массовая доля фракций размером до 10 мм, не менее	не допускается
– массовая доля фракций размером свыше 50 мм	
Глубина рыхления, см	2,0-6,0
Отклонение средней глубины обработки от заданной, см	±1,0
Уничтожение сорняков, %, не менее	95,0
Расход рабочей жидкости на 1 га, л, не более	110
Отклонение от установленной нормы расхода жидкости, %, не более	5
Неравномерность расхода рабочей жидкости между отдельными распылителями, %, не более	5
Ширина обрабатываемой полосы, см	20–30
Повреждение культурных растений, %, не более,	3
в том числе присыпание почвой, %, не более	1
Забивание и залипание рабочих органов	не допускается
Величина защитной зоны, см, не более	12
Годовая нормативная наработка, ч	100

Предложенный нами агрегат с усовершенствованными и разработанными рабочими органами для обработки профилированной поверхности почвы приведен на рис. 2.

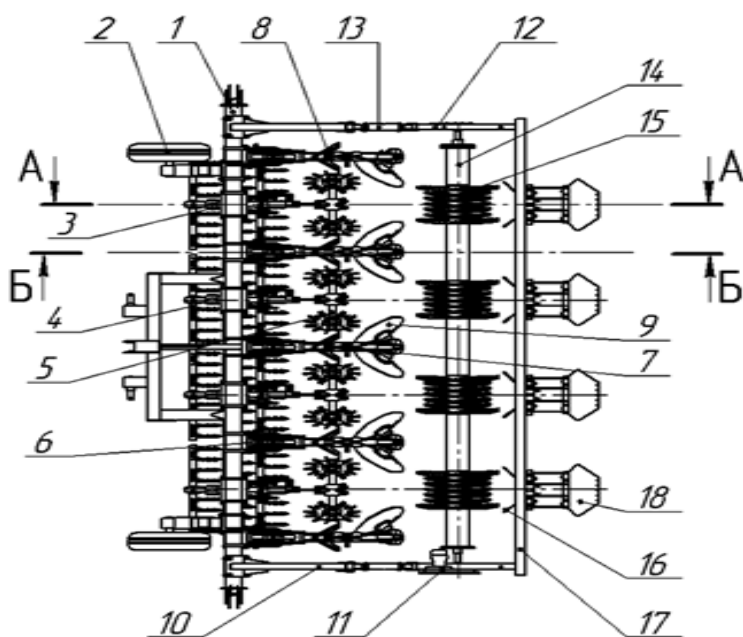


Рис. 2. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы

Во время движения агрегата первоначально осуществляется вибрационное рыхление поверхностного слоя почвы гряд глубиной до 5 см. пружинно цепным рыхлителем 5. В процессе вибрационного воздействия на почву пружинно-цепными рабочими органами происходит механическое уничтожение проростков и всходов сорных растений. Затем вращающимся рабочим органом устройства фрезерной обработки боковых поверхностей гряд происходит фрезерование боковой поверхности гряд. При этом происходит полное уничтожение сорных растений [19, 20].

Установленная далее на грядилях 7 стрелчатая лапа 8 рыхлит почву посередине борозды и подрезает сорные растения в борозде. В результате таких обработок почва смещается с верхней и боковых поверхностей гряд в борозду. Установленные за стрелчатыми лапами 7 на грядиле сферические окучивающие диски возвращают почву из борозды на верхнюю и боковые поверхности гряд. В условиях сильной засоренности сорными растениями верхней и боковой поверхностей узкопрофильных гряд

щеточные барабаны, копирующие поверхность гряд включаются в работу. Через систему гидропривода 11 они приводятся во вращательное движение [21, 22, 23, 24].

Барабаны 14 со щеточными дисками 15 упруго-эластичными элементами дисков вычесывают из почвы на поверхность сорные растения, т.е. происходит полное механическое уничтожение проростков и всходов сорных растений. Отбрасываемая вместе с растениями почва измельчается, отражаясь от щитков 16, и располагается на поверхности гряд, а установленные на бруске 17 профилеформователи 18 располагают измельченную почву в виде первоначально сформированных до обработки гряд. Таким агрегатом можно провести 2–3-кратную обработку поверхности узкопрофильных гряд, воздействуя только на поверхностный слой почвы за один проход. В результате этот слой максимально освобождается от сорных растений, что позволяет исключить применение гербицидов при незначительной прополке их вручную в период вегетации возделываемых культур [25, 26, 27, 28, 29].

Агрегат с усовершенствованными и разработанными рабочими органами для уничтожения сорной растительности проходил испытание также на опытном поле УО ГГАУ и в фермерском хозяйстве «Горизонт» Мостовского района Гродненской области (рис. 3).



Рис. 3. Обработка посадок картофеля усовершенствованным агрегатом

Заключение

Предварительные испытания культиватора со щеточным барабаном, которые проходили на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет», а также на полях фермерского хозяйства «Горизонт» Мостовского района Гродненской области и СПК «Черняны» Пинского района Брестской области показали, что культиватор со щеточным барабаном обеспечивает почти полное уничтожение сорняков как на ровной поверхности междурядий, так и на поверхности гребней, а также обеспечивает качественное рыхление междурядий и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата.

Испытания показали, что данный агрегат обеспечивает практически полное уничтожение сорной растительности на гребневой поверхности, а также обеспечивает качественное рыхление междурядий и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата. Результаты обработки посадок картофеля усовершенствованным агрегатом без применения гербицидов представлены на рис. 3. Ведутся дальнейшие наблюдения и исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепешкин, Н. Д. Разработка и испытания рабочих органов и машин для обработки картофеля и овощных культур с минимальной пестицидной нагрузкой / Н. Д. Лепешкин, А. А. Ауко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, П. В. Заяц, А. В. Зень // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве // Материалы МНТК посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – г. Минск, 2017. – С. 100–113.

2. Заяц, Э. В. Изыскание рабочих органов и типов машин для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 80-летию А. П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского госуд. аграрного университета имени императора Петра I, Россия, Воронеж, 10 января 2017 г. – Воронеж, 2017 – Ч. 2 – С. 219–227.

3. Аутко, А. А. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы XXI МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства». – Гродно: УО ГГАУ, 2018. – С. 182–185.

4. Аутко, А. А. Усовершенствование рабочих органов к агрегату для производства картофеля на основе экологического земледелия / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы МНТК «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацепуро»; Минск, 2018. – С. 28–32.

5. Аутко, А. А. Устройство для механического уничтожения сорняков / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции; Гродно. – УО «ГГАУ», 2018 г. – С. 139–142.

6. Аутко, А. А. Разработка агрегата и рабочих органов для обработки почвы при экологическом земледелии / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: ФГБОУВО «РГАУ им. П. А. Костычева», 2018. – С. 14–19.
7. Заяц, Э. В. Фрезерный лучеобразный диск / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 г. – С. 194–196.
8. Заяц, Э. В. Профилеформователь с уплотняющим катком / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. – Гродно, 2019 г. – С. 192–194.
9. Филиппов, А. И. Агрегат комбинированный для обработки профилированной поверхности почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. / УО «ГГАУ» – Гродно, 2019 г. – С. 255–257.
10. Филиппов, А. И. Многовекторный узел распыла / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 г. – С. 258–260.
11. Аутко, А. А. Пружинный рыхлитель для уничтожения сорной растительности механическим способом / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 52, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2019 г. – С. 69–73.
12. Филиппов, А. И., Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 54–56.
13. Филиппов, А. И., Разработка узла распыла для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 56–59.
14. Чеботарев, В. П., Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, А. И. Филиппов, А. А. Зенов, // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Минск, БГАТУ, 24–25 октября 2019 г – С. 71–73.
15. Чеботарев, В. П. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Журнал «Агропанорама» №5. – Минск: УО «БГАТУ», 2019. – С. 22–26.
16. Заяц, Э. В. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2018 г. – С. 170–172.
17. Филиппов, А. И. Обзор основных конструкций опрыскивателей при разработке объёмного и ленточного внесения рабочих растворов в системе экологического земледелия / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 27–33.
18. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 23–27.
19. Филиппов, А. И. Разработка оборудования для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 153–157.
20. Чеботарев, В. П. Исследования различных типов распылителей при разработке опрыскивателя для объёмного и ленточного внесения рабочих растворов / В. П. Чеботарев, А. И. Филиппов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 26–27 ноября, Минск, БГАТУ, 2020 г. – С. 111–114.
21. Чеботарев, В. П. Усовершенствование дисковых рабочих органов для междурядной обработки картофеля / В. П. Чеботарев, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 26–27 ноября, Минск, БГАТУ, 2020 г – С. 144–148.
22. Филиппов, А. И. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Сборник научных статей «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства», международная научно-практическая конференция, посвященная 90-ю С.И. Назарова д.т.н., профессора, академика ВАСХНИЛ СССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР-Горки: УО «БГСХА», 2020. – С. 348–351.
23. Филиппов, А. И. Схема обоснования фрезерного диска и размещения почвозацепов рыхлителя / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич, С. И. Козлов // Вестник УО «БГСХА» №3 – Горки: 2020. – С. 194–197.
24. Филиппов, А. И. Нормы ленточного внесения удобрений модернизированным агрегатом ау-м1 при междурядной обработке почвы / Филиппов А. И., Аутко А. А., Заяц Э. В., Пузевич К. Л. // Сборник научных трудов «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства» УО «БГСХА» – Горки, 2021г. – С. 161–164.

25. Филиппов, А. И. Схема расстановки рабочих органов на агрегате АУ-М2 при обработке картофеля в довсходовый период / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения М. М. Севернева, Минск, 21–22 октября 2021 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич (главный редактор), П. В. Божкова – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 135–138.
26. Филиппов, А. И. Опрыскиватель телескопически комбинированный для объемного и ленточного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 54, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2021 г. – С. 204–211.
27. Филиппов, А. И. Принцип работы автоматизированного почвообрабатывающе-посевного агрегата для овощных культур / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 244–245.
28. Филиппов, А. И. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат инновационных технологий / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 246–247.
29. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров опрыскивателя телескопического комбинированного в составе агрегата для междурядной обработки почвы / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 1. г. Горки, 2021. – С. 178–183.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 332.3:633/635

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. В. КОЛМЫКОВ, А. Н. АВДЕЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kolmykov@tut.by; koc9lk.i@gmail.com

(Поступила в редакцию 03.01.2022)

Земельные ресурсы являются основным национальным богатством любого государства. Их количество и качество определяют в значительной мере потенциал развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь, поэтому повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов является важным условием устойчивого социально-экономического развития страны, а также основной задачей государственной земельной политики. Вместе с тем рациональное управление земельными ресурсами невозможно без правильного их учета, планирования и прогнозирования использования. В связи с этим значительно возрастает роль землеустройства как комплекса мероприятий по инвентаризации земель и планированию землепользования в целом. С помощью землеустройства осуществляются государственное управление земельными ресурсами, перераспределение земель между отраслями народного хозяйства, реформирование земельных отношений, внедрение новых форм хозяйствования на земле, образование новых и территориальное совершенствование существующих землепользований, организация эффективного использования и охрана земель, внутривладельческое устройство территории сельскохозяйственных организаций.

В научной статье отражено актуальное состояние, состав и структура земельных ресурсов Республики Беларусь, их распределение по видам землепользователей, категориям и видам земель, а также по формам собственности и видам прав на землю в разрезе административных областей республики. Рассмотрена структура органов, осуществляющих управление земельными ресурсами и обеспечивающих проведение землеустройства в Республике Беларусь. Приведено понятие землеустройства, содержание и порядок его осуществления, указаны основные виды работ и проектные документы, которые выполняются в рамках землеустройства. Определены закономерности и задачи современного землеустройства. Отражены направления развития землеустройства до 2025 года. Авторами статьи приведены организационно-территориальные, экономические, эколого-энергетические основы повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения. Представлены некоторые предложения, которые направлены на дальнейшее совершенствование современного землеустройства.

Ключевые слова: землеустройство, земельные ресурсы, использование земель, административная область, управление, эффективность, рациональное использование.

Land resources are the main national wealth of any state. Their quantity and quality determine to a large extent the potential for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus, therefore, increasing the efficiency of the use and protection of land resources is an important condition for the sustainable socio-economic development of the country, as well as the main task of the state land policy. At the same time, rational management of land resources is impossible without their proper accounting, planning and forecasting of use. In this regard, the role of land management as a set of measures for land inventory and land use planning in general increases significantly. With the help of land management, state management of land resources, redistribution of land between sectors of the national economy, reform of land relations, the introduction of new forms of land management, the formation of new and territorial improvement of existing land uses, the organization of efficient use and protection of land, the internal organization of the territory of agricultural organizations are carried out.

The scientific article reflects the current state, composition and structure of land resources of the Republic of Belarus, their distribution by types of land users, categories and types of land, as well as by forms of ownership and types of rights to land in the context of the administrative regions of the republic. The structure of the bodies that manage land resources and ensure land management in the Republic of Belarus is considered. The concept of land management, the content and procedure for its implementation are given, the main types of work and project documents that are carried out within the framework of land management are indicated. Regularities and tasks of modern land management are determined. The directions of development of land management until 2025 are reflected. The authors of the article present the organizational-territorial, economic, ecological and energy bases for increasing the efficiency of the use of agricultural land. Some proposals are presented that are aimed at further improvement of modern land management.

Key words: land management, land resources, land use, administrative area, management, efficiency, rational use.

Введение

Проводимая ранее в Республике Беларусь земельная реформа коснулась в основном земель сельскохозяйственного назначения. В последнее десятилетие основное внимание землеустройства было

обращено на образование новых землепользований, правовое оформление и закрепление границ земельных участков на местности, создание информационной базы данных о земле, а также кадастровую оценку земель.

Современное землеустройство должно базироваться на четко разработанной стратегии земельных преобразований и иметь научно обоснованную концепцию своего развития, быть действенным инструментом государства в управлении земельными ресурсами, регулировании земельных отношений, реформировании сельского хозяйства, решении комплекса экологических, социальных, экономических и других вопросов, обязательно устойчиво финансироваться.

Проведение землеустройства в Беларуси обеспечивается основными законодательными актами: Конституцией Республики Беларусь [1], Кодексом Республики Беларусь о земле [2], Указом Президента Республики Беларусь № 667 от 27 декабря 2007 года «Об изъятии и предоставлении земельных участков» [3], Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2011 г. № 1780 «Об утверждении Положения о порядке изменения целевого назначения земельных участков» [4] и другими правовыми и нормативными актами. В указанных актах сформулированы в общем виде содержание и порядок проведения землеустроительных работ.

Состояние развития землеустроительной деятельности на современном этапе и её перспективы отражены в Государственной программе «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы [5].

В процессе научного исследования применялись диалектический, абстрактно-логический, индукции, дедукции, аналогии, анализа, синтеза, монографический и другие методы. В основу научного поиска положены существующие научные разработки в области землепользования и землеустройства отечественных и зарубежных ученых, опыт использования земель в агропромышленном комплексе республики, земельно-кадастровые и статистические данные, нормативная и справочная литература.

Основная часть

Согласно проведенным научным исследованиям и данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь установлено, что по состоянию на 1 января 2021 года, общая площадь земель республики составила 20760,9 тыс. га, в государственной собственности находится 20684,3 тыс. га, или 99,6 % от общей площади земельного фонда республики, в частной – 76,6 тыс. га, или 0,4 % [6].

Из 76,6 тыс. га земель, переданных в частную собственность, 29,9 тыс. га, или 39,0 % от их общей площади – земли граждан, предоставленные для строительства и обслуживания жилого дома; 26,1 тыс. га – 34,1 % – земли, предоставленные гражданам для ведения личного подсобного хозяйства; 20,5 тыс. га или 26,8 % – земли граждан, предоставленные для садоводства и дачного строительства [6].

Согласно Кодексу Республики Беларусь о земле все земельные ресурсы страны разделены на семь категорий: земли сельскохозяйственного назначения; земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса [2].

Распределение земель по категориям представлено на диаграмме (рис. 1).

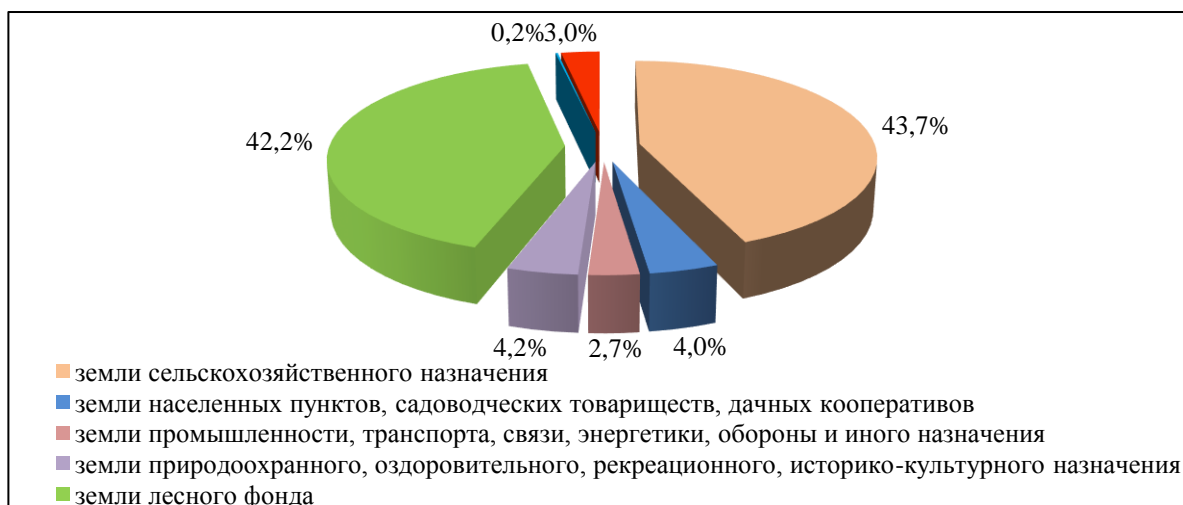


Рис. 1. Распределение земель Республики Беларусь по категориям (по состоянию на 01.01.2021 г.) [6]

По состоянию на 1 января 2021 г. по данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь земли сельскохозяйственного назначения занимают 9063,1 тыс. га, или 43,7 % земельного фонда рес-

публики. Наиболее крупными по площади землепользователями в агропромышленном комплексе республики являются сельскохозяйственные организации. Их общая численность на указанную дату составила 2470 хозяйств, а общая занимаемая площадь – 8771,9 тыс. га, в том числе пахотных земель – 4970,1 тыс. га. Средняя площадь хозяйства составляет 3551,4 га, в том числе 2954,7 га сельскохозяйственных земель [6].

В республике создано и функционирует 3225 крестьянских (фермерских) хозяйств, общая площадь земель которых составляет 291,2 тыс. га, в том числе 170,6 тыс. га пахотных. Средний размер крестьянского (фермерского) хозяйства по общей площади составил 90,3 га, а по пахотным землям – 52,9 га. На праве пожизненного наследуемого владения находятся 77,4 тыс. га земель крестьянских (фермерских) хозяйств, или 26,6 % от их общей площади, 171,1 тыс. га (58,7 %) в постоянном пользовании, а остальные 42,7 тыс. га (14,7 %) в аренде и временном пользовании.

Земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов занимают 4,0 % от общей площади земель, или 840,5 тыс. га.

Под землями промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения на сегодняшний день находится 565,5 тыс. га, или 2,7 % площади земельного фонда республики. Крупнейшими землепользователями в этой категории являются организации связи, энергетики, строительства, торговли, образования, здравоохранения, которые занимают 198,9 тыс. га. (35,2 %), организации автомобильного транспорта – 159,2 тыс. га (28,2 %), организации Вооруженных Сил Республики Беларусь – 101,4 тыс. га, или 17,9 % земель данной категории.

К землям природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения относятся 869,1 тыс. га, или 4,2 % территории республики.

Земли лесного фонда являются второй по величине (земельной площади) категорией, они занимают 8770,3 тыс. га, или 42,2 % земель Республики Беларусь.

Наименьшая площадь 37,5 тыс. га, или 0,2 % занята землями водного фонда. Остальные земли 614,9 тыс. га, или 3,0 % отнесены к категории земель запаса.

Земельный фонд республики, помимо категорий земель, подразделяется также по видам земель. Состав и структура земель по видам представлены на рис.2.

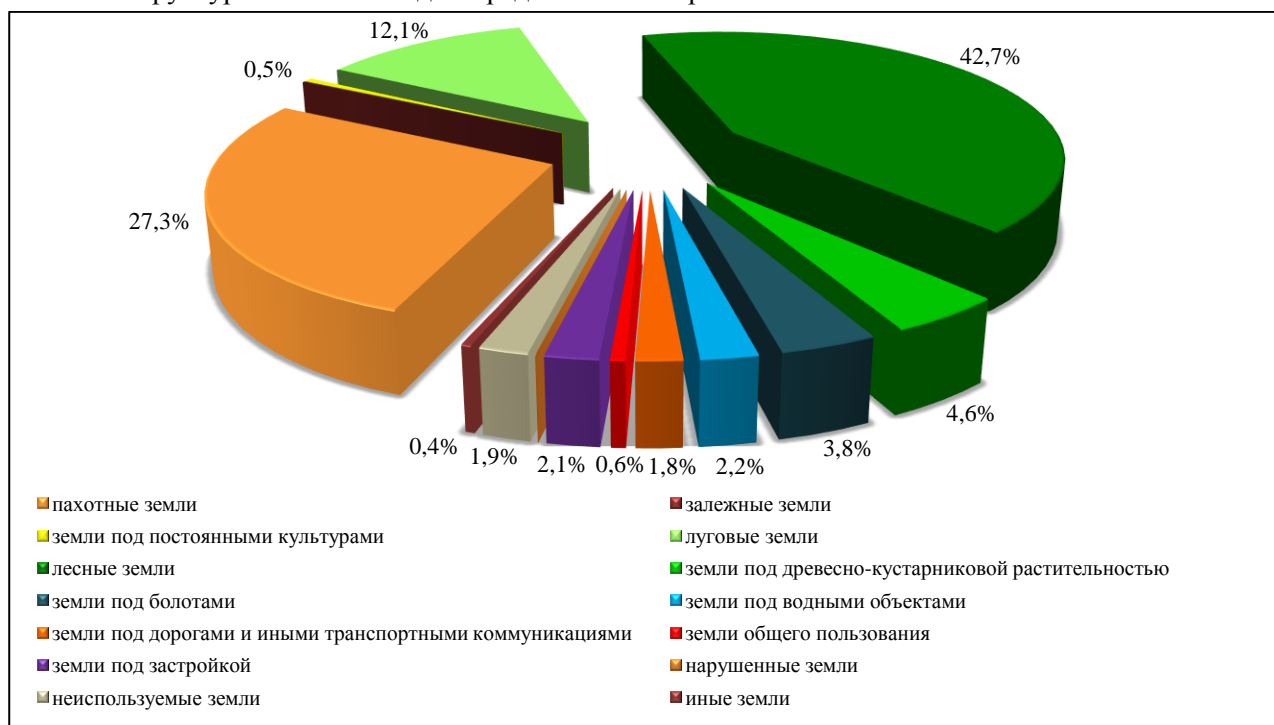


Рис. 2. Состав и структура земельного фонда республики в разрезе видов земель (по состоянию на 01.01.2021 г.) [6]

Распределение по видам земель следующее: пахотные земли составляют 27,26 % от всей площади республики, или 5660,0 тыс. га; залежные земли – 0,01 %, или 3,1 тыс. га; земли под постоянными культурами – 0,48 % или 100,0 тыс. га; луговые земли – 12,14 % или 2520,8 тыс. га; лесные земли – 42,70 %, или 8865,1 тыс. га; земли под древесно-кустарниковой растительностью – 4,61 %, или 957,3 тыс. га; земли под болотами – 3,77 %, или 783,1 тыс. га; земли под водными объектами – 2,23 %, или 463,3 тыс. га; земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 1,80 %, или 373,2 тыс. га; земли общего пользования – 0,58 %, или 120,2 тыс. га; земли под застройкой – 2,08 %,

или 392,9 тыс. га; нарушенные земли – 0,02 %, или 3,9 тыс. га; неиспользуемые земли – 1,92 %, или 399,5 тыс. га; иные земли – 0,38 %, или 79,6 тыс. га [6].

Сельскохозяйственная освоенность республики находится на достаточно высоком уровне и составляет 39,9 %. Распаханность сельскохозяйственных земель – 68,33 %, под постоянными культурами – 1,21 %, под луговыми землями – 30,43 % общей площади сельскохозяйственных земель. Среди луговых земель 70,11 % составляют улучшенные. Заболочено 3,77 % земель, закустарено – 4,61 %, лесистость территории Республики Беларусь составляет 42,70 %.

Площадь средостабилизирующих видов земель (естественные луговые земли, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью, под болотами и водными объектами) составляет на 1 января 2021 г. 11822,3 тыс. га. Земли природного каркаса занимают 56,95 % территории Республики Беларусь. Осушенные земли занимают 3424,5 тыс. га, или 16,49 % от общей площади земель, орошаемые – 30,3 тыс. га, или 0,15 %. Площадь земель, загрязненных радионуклидами и выбывших, вследствие этого, из сельскохозяйственного оборота составляет 248,6 тыс. га, или 1,2 % общей площади земельного фонда республики [6].

Общую координацию землеустроительной деятельности в Республике Беларусь обеспечивает Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, а непосредственное осуществление землеустройства – землеустроительные организации, главные управления землеустройства административных областей и управления землеустройства административных районов.

Структура центрального аппарата Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь представлена на рис. 3.

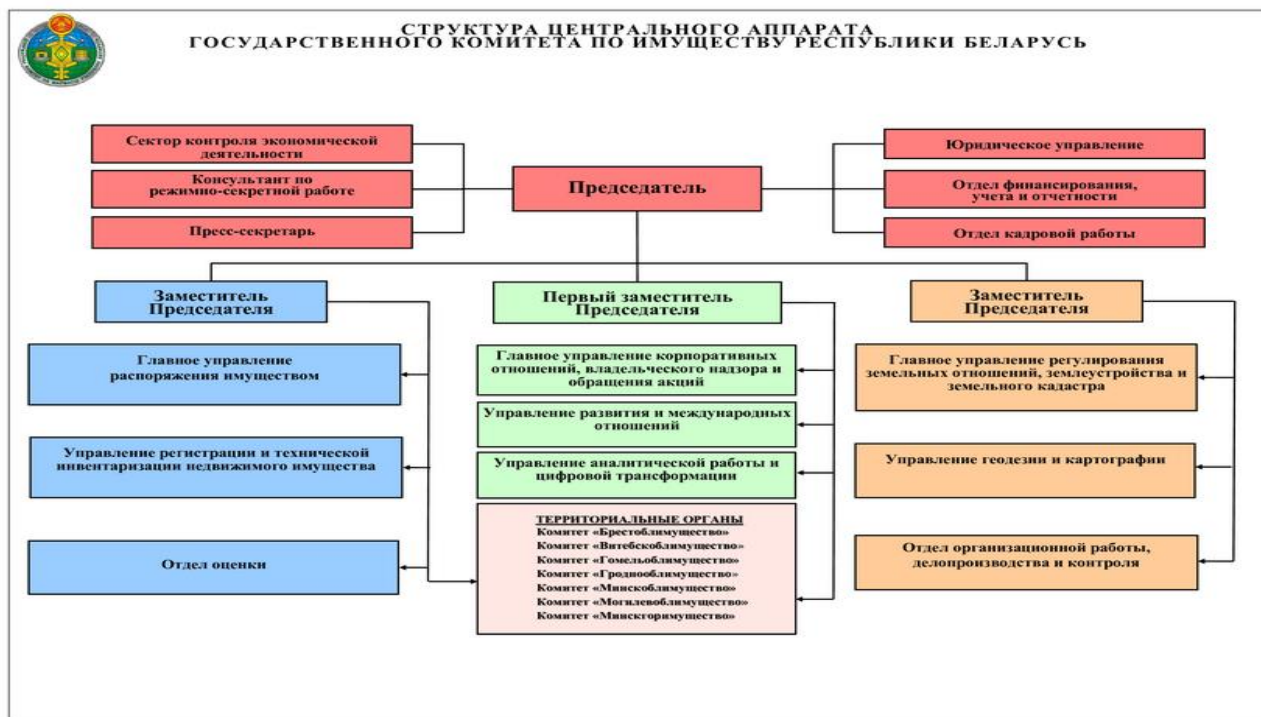


Рис. 3. Структура центрального аппарата Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь [7]

Землеустроительная деятельность направлена на регулирование и совершенствование земельных отношений, повышение эффективности использования и охраны земель.

Согласно Кодексу Республики Беларусь о земле, землеустройство – это комплекс мероприятий по инвентаризации земель, планированию землепользования, установлению (восстановлению) и закреплению границ объектов землеустройства, проведению других землеустроительных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и охраны земель [2].

В последнее десятилетие основное внимание землеустройства было обращено на образование новых землепользований, закрепление их границ на местности и правовое оформление; создание информационной базы данных о земле ЗИС; оптимизации землепользований; кадастровой оценке земель; разработке Геопортала земельно-информационной системы Республики Беларусь, обеспечивающего формирование сведений о земельных участках; административно-территориальному делению территории Республики Беларусь; оперативному обмену информацией между предприятиями Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь; распространению актуальных данных для проведения землеустроительных работ; анализу и статистическим исследованиям данных земельного кадастра; предоставлению распределенного доступа к данным определенным пользовате-

лям; работам по созданию автоматизированной системы ведения реестра земельных ресурсов Республики Беларусь и др.

Проводимое в республике землеустройство подразделяется на межхозяйственное и внутрихозяйственное. Однако, учитывая особенности землеустроительных работ, возможен объектный подход в классификации землеустройства, и в соответствии с этим предлагается выделить территориальное землеустройство, межхозяйственное, внутрихозяйственное и контурное землеустройство.

Объектами землеустройства являются все земли Республики Беларусь, земельные контуры, а также земельные участки независимо от форм их собственности.

В процессе землеустройства разрабатывается соответствующая проектная документация, которая включает [2]: региональные схемы использования и охраны земельных ресурсов; схемы землеустройства административно-территориальных и территориальных единиц, территорий особого государственного регулирования; проекты межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства; проекты отводов земельных участков; проекты организации и устройства территорий различных территориальных единиц; рабочие проекты, связанные с охраной и улучшением земель; планы земельных участков.

В настоящее время в республике преобладают работы, связанные с межхозяйственным землеустройством, которые состоят в разработке проектов отводов земельных участков, оформлении землеустроительной документации и установлении на местности границ земельных участков в связи с образованием сельскохозяйственных и несельскохозяйственных землепользований.

Вместе с тем необходимо отметить важность проведения внутрихозяйственного землеустройства, которое ориентировано на организацию эффективного сельскохозяйственного производства, использование и охрану земель в границах конкретных сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских), подсобных, учебных и других хозяйств (рис. 4), а также схем землеустройства административно-территориальных и территориальных единиц.

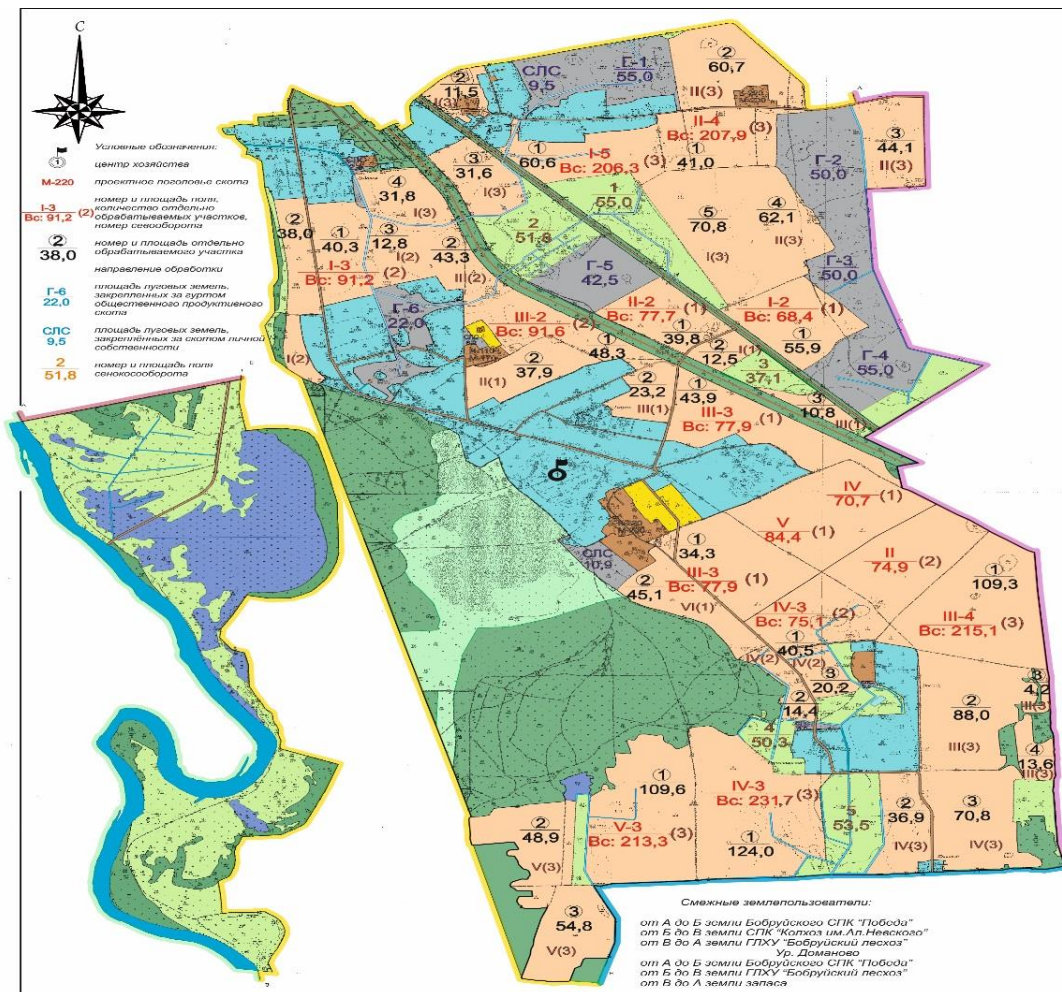


Рис. 4. Проект внутрихозяйственного землеустройства ОАО «Красный пищевик» Бобруйского района

В 2008 году председателем Госкомимущества Республики Беларусь был утвержден план мероприятий по разработке схем землеустройства (рис. 5) и проектов внутрихозяйственного землеустройства

на период до 2012 года. В соответствии с этим планом было разработано 45 схем административных районов, то есть 38 % административных районов республики имели такие прогнозные землеустроительные документы. В 2006–2007 годах была разработана одна региональная схема использования и охраны земельных ресурсов, которая одновременно охватила территории 5 смежных административных районов республики: Октябрьский район Гомельской области, Пуховичский и Стародорожский районы Минской области и Осиповичский район Могилевской области. Также была разработана в 2005 г. единственная экспериментальная схема землеустройства Крупницкого сельсовета Минского района.

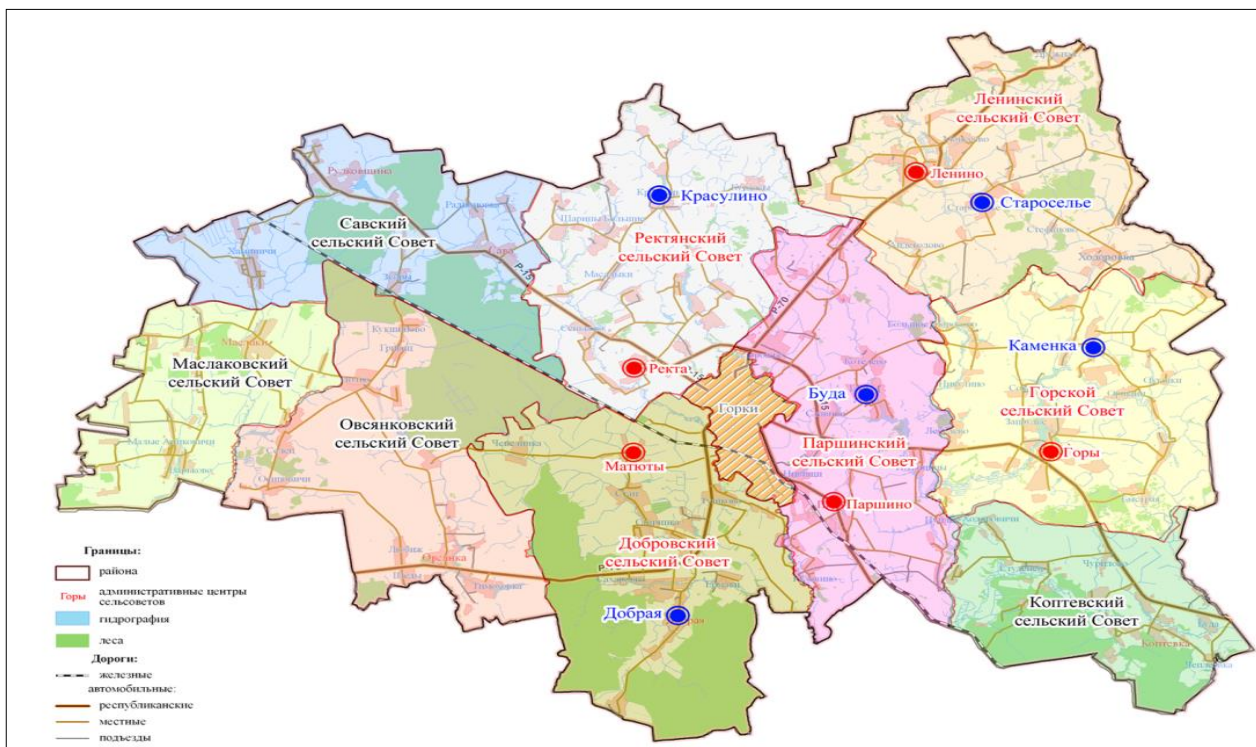


Рис. 5. Схема землеустройства Горецкого района

В 2008–2010 годах в республике были разработаны проекты внутрихозяйственного землеустройства с организацией рационального использования мелиорированных торфяных почв по 45 сельскохозяйственным организациям.

Таким образом, в Республике Беларусь в процессе землеустройства велась разработка землеустроительной проектной документации, реализация предложений которой обеспечивало эффективное использование и охрану земель, защиту прав землепользователей.

В настоящее время разработка схем землеустройства административно-территориальных и территориальных единиц, а также проектов внутрихозяйственного землеустройства не ведется, что усложняет проведение планирования землепользования, повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения и устройство территорий сельскохозяйственных организаций.

Важнейшим концептуальным положением, которым руководствуются при регулировании земельных отношений и осуществлении сделок с землей, является статья 13 Конституции Республики Беларусь, где указано, что недра, воды, леса составляют исключительную собственность государства. Земли сельскохозяйственного назначения находятся в собственности государства [1].

Изучение землеустройства Республики Беларусь позволило выявить его закономерности: соответствие землеустройства уровню развития производительных сил и общественных социально-экономических отношений; максимальный учет при организации использования и устройстве земель социально-экономических и природных условий, сложившегося расселения, размещения хозяйственных центров, магистральных дорог и других объектов инженерного оборудования территории; непрерывность землеустройства; комплексность землеустройства; унаследованность и преемственность землеустройства.

Исходя из роли современного землеустройства в регулировании земельных отношений и управлении земельными ресурсами можно сформулировать задачи современного землеустройства: осу-

ществление государственной политики в области земельных отношений, организации использования и охраны земель; поддержание правового порядка в области землепользования; проведение мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и охраны земель; обеспечение целевого использования и охраны земель, формирования и размещения экономически и экологически обоснованных землепользований; создание территориальных условий для эффективного ведения сельскохозяйственного производства; сохранение устойчивых природных ландшафтов и охрана окружающей среды; обновление плано-картографических материалов, инвентаризация земель и поддержание достоверного качественного и количественного их учета; использование геоинформационных и цифровых технологий при выполнении землеустроительных работ; развитие теории и практики землеустройства и методическое обеспечение его проведения; научное обоснование земельных преобразований и прогнозирование последствий перераспределения земель; установление (восстановление) и закрепление границ объектов землеустройства.

Решение поставленных задач должно быть обеспечено землеустроительными действиями, предусмотренными Кодексом Республики о земле и другими законодательными актами в области регулирования земельных отношений, эффективного использования и охраны земель, защиты прав землепользователей.

Важной составляющей теоретических положений современного землеустройства являются организационно-территориальные, экономические и эколого-энергетические основы повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в агропромышленном комплексе республики. Организационно-территориальные основы предполагают оптимизацию землепользования сельскохозяйственной организации, устранение его территориальных недостатков, установление оптимального размера и рационализацию размещения на землепользовании хозяйственных и производственных центров, других элементов инженерного оборудования территории, определение оптимального состава и соотношения сельскохозяйственных земель и севооборотов, устройства их территории, обоснование оптимального соотношения размеров территории и производства сельскохозяйственной организации. Экономические основы повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения включают оптимизацию специализации сельскохозяйственного производства, мероприятия по повышению плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур, снижению затрат на их производство путем улучшения организационно-территориальных условий использования земель.

Эколого-энергетические основы содержат решение вопросов экологизации землепользования, сохранения экологического баланса в соотношении земель, учета экологической составляющей при организации земель и севооборотов, обеспечении введения эколого-технологических энергетически эффективных севооборотов.

Для совершенствования землеустройства республики, организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения необходимо восстановить в обновленном виде существовавшую ранее систему землеустроительных разработок с включением в них вопросов экологизации землепользования и биоэнергетических подходов к организации использования земель, которые позволят исключить негативное влияние на результаты оценки землеустроительных решений конъюнктуры рынка и диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и материально-технические ресурсы, потребляемые в сельском хозяйстве. Методологической основой построения такой системы должны стать Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь, Государственные программы в области использования и охраны земель и другие прогнозно-предплановые документы.

Согласно Государственной программе «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы развитие землеустройства в республике будет осуществляться по следующим направлениям [5]: выполнение землеустроительных мероприятий при ведении государственного земельного кадастра в части установления границ административно-территориальных и территориальных единиц; оформление землеустроительных дел по формированию земельных участков для размещения объектов недвижимого имущества, обслуживания подлежащего продаже недвижимого имущества, находящегося в государственной собственности, государственная регистрация в отношении создаваемых и изменяемых земельных участков; проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель, создание и обновление почвенных карт; создание и ведение ЗИС.

В соответствии с указанной программой целевыми показателями развития землеустройства в республике до 2025 года выступают: доля обновленных в отчетном году баз данных ЗИС от подлежащих обновлению в отчетном году; доля площади сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций, в отношении которых в отчетном году проведено почвенное обследование, от подле-

жащих почвенному обследованию в пятилетнем периоде; доля площади сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций, в отношении которых в отчетном году обновлены почвенные карты, от площади, для которой планируется обновление почвенных карт в пятилетнем периоде; доля оформленных землеустроительных дел от предусмотренных утвержденными планами [5].

Приоритетным направлением развития информационных технологий в сфере управления земельными ресурсами на ближайшие годы является создание цифрового землеустройства.

Заключение

Очевидно, что современное землеустройство республики в целом должно базироваться на четко разработанной стратегии земельных преобразований и иметь научно обоснованную концепцию своего развития, быть действенным инструментом государства в управлении земельными ресурсами, регулировании земельных отношений, реформировании сельского хозяйства, решении комплекса экологических, социальных, экономических и других задач и выполняться в плановом порядке с использованием новейших цифровых картографических материалов, данных почвенных, геоботанических и других изысканий, кадастровой оценки земель и геоинформационных технологий.

Важную роль в организации рационального использования и охраны земель, повышении эффективности сельскохозяйственного производства должно сыграть внутривладельческое землеустройство, в процессе которого создаются территориальные условия рационального использования и охраны земель, эффективного ведения хозяйства, энерго- и ресурсосбережения, экологизации землепользования, улучшения жизни, труда и быта сельского населения.

С целью повышения интенсификации сельскохозяйственного производства практически каждая сельскохозяйственная организация должна иметь современные проектные разработки по внутривладельческому землеустройству, которые в большинстве случаев в настоящее время отсутствуют.

Концептуальными вопросами современного землеустройства Республики Беларусь являются дальнейшее развитие земельных отношений; совершенствование системы ведения государственного земельного кадастра; совершенствование системы прогнозных и проектных землеустроительных разработок, обеспечивающих планирование землепользования; проведение мероприятий, направленных на совершенствование государственного управления в области использования и охраны земель на первичном и базовом административно-территориальном уровне; повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов; развитие цифрового землеустройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года: с изм. и доп., принятыми на Респ. референдумах 24 нояб. 1996 г. и 17 окт. 2004 г. – 10-е изд., стер. – Минск: Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь, 2014. – 64 с.
2. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23.07.2008 № 425-3: ред. от 18.07.2016 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 30 июля 2008 г. – № 2/1522.
3. Указ Президента Республики Беларусь 27 декабря 2007 г. №667. Об изъятии и предоставлении земельных участков. – Минск: Учеб. центр подготовки повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2009. – 104 с.
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2011 г. № 1780. Об утверждении Положения о порядке изменения целевого назначения земельных участков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21101780> – Дата доступа: 14.12.2021.
5. Государственная программа «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021 – 2025 годы. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100055> – Дата доступа: 07.12.2021.
6. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr. – Дата доступа: 07.12.2021.
7. Государственный комитет по имуществу. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.http://http://gki.gov.by/ru>. – Дата доступа: 14.12.2021.
8. Колмыков, А. В. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения: монография / А. В. Колмыков – Горки: БГСХА, 2013. – 337 с.
9. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gismap.by/#/about>. – Дата доступа: 18.12.2021.
10. Словарь-справочник землеустроителя / Под. ред. А. С. Помелова. – Минск: Учеб. центр подгот., повышения квалификации и переподготовки кадров землеустроительной и картографо-геодезической службы, 2004. – 271 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Т. Н. МЫСЛЫВА, Ю. Н. ДУБРОВА, А. С. КУКРЕШ, Т. Н. ТКАЧЕВА, Д. М. ЛЕЙКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com; yury_d71@list.ru;
kukresh78@bk.ru; tamaratkacheva60771@gmail.com

(Поступила в редакцию 20.01.2022)

Совершенствование процесса мониторинга мелиорированных земель представляет собой актуальную научную задачу, поскольку именно такие земли подвергаются двойному воздействию неблагоприятных факторов как природного, так и антропогенного происхождения. На основании собственных экспериментальных исследований выполнен анализ возможности применения данных дистанционного зондирования Земли, полученных по результатам радарной топографической интерферометрической съемки с пространственным разрешением 10 м, и классификации LULC спутниковых сцен Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м, а также наборов инструментов «Пространственный анализ» и «Гидрология» модуля ArcToolbox проприетарной ГИС ArcGIS версии 10.5. для целей анализа и визуализации данных мониторинговых наблюдений за состоянием мелиорированных земель. На примере Горецкого района Могилевской области продемонстрировано прикладное применение данных дистанционного зондирования, находящихся в открытом доступе, и функциональных возможностей геоинформационных систем при выполнении геоморфометрического анализа рельефа и расчете морфометрических индексов, пригодных для мониторинга линейной и площадной эрозии и оценки геоморфологических предпосылок для развития процесса переувлажнения земель, при определении отдельных параметров модели оценки величины среднего многолетнего потенциального смыва почвы RUSLE, а также для оценки динамики состояния мелиорированных земель. Установлено, что совместное применение дистанционного зондирования и функциональных возможностей ГИС является источником получения актуальных геопространственных данных и позволяет выполнить прогноз развития деградационных процессов на мелиорированных землях, а также может использоваться при обосновании необходимости проектирования новых и реконструкции существующих осушительно-увлажнительных мелиоративных систем.

Ключевые слова: мелиорация, земли, мониторинг, дистанционное зондирование, ГИС.

Improving the process of monitoring reclaimed lands is an urgent scientific task, since it is precisely such lands that are subjected to the dual impact of adverse factors of both natural and anthropogenic origin. Based on our own experimental studies, we analyzed the possibility of using Earth remote sensing data obtained from the results of radar topographic interferometric survey with a spatial resolution of 10 m, and the LULC classification of Sentinel-2 satellite scenes with a spatial resolution of 10 m, as well as the tool kits «Spatial Analysis» and «Hydrology» of the ArcToolbox module of the proprietary GIS ArcGIS version 10.5. for the purposes of analysis and visualization of data from monitoring observations of the state of reclaimed lands. On the example of Horki district of Mogilev region, we showed the application of remote sensing data, which are in the public domain, and the functionality of geoinformation systems in performing geomorphometric analysis of the relief and calculating morphometric indices suitable for monitoring linear and areal erosion and assessing geomorphological prerequisites for the development of the process of land waterlogging, when determining individual parameters of the RUSLE model for assessing the value of the average long-term potential soil runoff, as well as for assessing the dynamics of the state of reclaimed lands. It has been established that the combined use of remote sensing and GIS functionality is a source of obtaining up-to-date geospatial data and makes it possible to predict the development of degradation processes on reclaimed lands, and it can also justify the need to design new and reconstruct existing drainage and humidification reclamation systems.

Key words: melioration, lands, monitoring, remote sensing, GIS.

Введение

Мониторинг земель, имеющий в Республике Беларусь государственный статус, является важнейшим инструментом для обеспечения сохранения и воспроизводства плодородия почв и обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных земель [1, 2]. Важная составляющая мониторинга земель – осуществление наблюдений за состоянием и эволюцией почв на мелиорированных землях – осушенных сельскохозяйственных землях сельскохозяйственного назначения и осушенных лесных землях [3]. Согласно данным реестра земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2021 г., площадь осушенных сельскохозяйственных земель в стране составляла 2846,1 тыс. га, из которых 1453,4 тыс. га – пахотные земли [4].

Совершенствование методов мониторинга земель в направлении повышения оперативности получения результатов и обеспечения их визуализации, а также применение современных методов анализа и обработки мониторинговых данных является важным направлением исследований, которое еще недостаточно разработано применительно к условиям Беларуси. Ускорить получение информации о состоянии мелиорированных земель возможно посредством комплексного использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и функциональных возможностей ГИС [5]. В частности,

ДДЗ являются надежным источником получения информации о динамике деградационных процессов на мелиорированных землях, которые проявляются в виде водной и ветровой эрозии; вторичном заболачивании земель в результате нерационального ведения хозяйственной деятельности; минерализации органического вещества торфа; пирогенной деградации осушенных торфяников и лесных земель [6]. Функциональные возможности ГИС по гидрологическому моделированию и построению корректных топографических поверхностей, учитывающих морфометрические особенности изучаемой территории, позволяют выполнять оперативный и эффективный мониторинг критических свойств рельефа для целей прогнозирования развития водной и ветровой эрозии.

Целью исследования стала оценка возможности использования функционала наборов инструментов модуля ArcToolbox ArcGIS версии 10.5 и данных радарной топографической съемки поверхности земного шара, произведенной методом радарной интерферометрии, для мониторинга мелиорированных земель и визуализации полученных результатов.

Основная часть

Методологической и теоретической основой выполненного исследования является диалектический метод и системный подход к познанию явлений и процессов, согласно которому все объекты окружающего мира рассматриваются не изолированно, а во взаимной связи и в процессе постоянного развития. В основу научного поиска положены разработки отечественных и зарубежных ученых, земельно-кадастровые данные, нормативная и справочная литература.

В ходе выполнения исследований использовались следующие методы: монографический, абстрактно-логический, системного подхода, сравнительного анализа, экспертных оценок, геостатистический и метод геопространственного моделирования.

Оценивалась возможность использования для целей мониторинга мелиорированных земель следующих данных дистанционного зондирования, находящихся в свободном доступе: 4-й версии (2018 г.) данных Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) – радарной топографической съемки поверхности земного шара, произведенной в феврале 2000 г. с помощью специальной радарной системы методом радарной интерферометрии с борта американского челнока Shuttle [7], математической основой которых является референц-эллипсоид WGS84 и проекция GCS_WGS_1984, а пространственное разрешение составляет 1 угловую секунду (30 м); данных дистанционного зондирования земной поверхности 2020 года с пространственным разрешением 10 м в формате классификации LULC, представленных на сайте www.livingatlas.arcgis.com, и полученных с помощью классификации спутниковых сцен с применением методов глубокого машинного обучения. Также была исследована пригодность функционала наборов инструментов «Пространственный анализ» и «Гидрология» модуля ArcToolbox ArcGIS версии 10.5. для целей анализа и визуализации данных мониторинга мелиорированных земель. Данные радарной топографической съемки являются базовыми для получения информации о мелиорированных землях, поскольку являются информационной и геопространственной основой для выполнения комплексного морфометрического анализа поверхности. Извлечь необходимую информацию из данных SRTM возможно посредством использования 18 различных инструментов ArcGIS по геообработке пространственных данных (рис. 1–2).

В частности, инструмент «Заполнение» набора инструментов «Гидрология» выполняет заполнение локальных понижений в растре цифровой модели поверхности и производит удаление всех небольших ошибок и неточностей, присущих исходным данным несмотря на то, что матрица высот SRTM, полученная по результатам съемки, выполненной в феврале 2000 года, трижды уточнялась.

Инструмент «Направление стока», позволяет определить направление поверхностного стока в каждой ячейке раstra цифровой модели поверхности, что в свою очередь делает возможным выполнение прогнозирования преобладающих направлений развития водноэрозионных процессов на региональном уровне (рис. 3).

Ряд инструментов модуля «Гидрология» дают возможность идентифицировать постоянные и временные водотоки, а также определить следующие параметры линейного аспекта рельефа: порядок тальвегов, количество тальвегов, длину тальвегов каждого порядка, среднюю длину тальвегов каждого порядка, соотношение длин тальвегов и коэффициент бифуркации.

Набор инструментов «Гидрология»			
Инструменты	Бассейн	→	Создает растр, содержащий контуры всех дренажного бассейна
	Водосборная область	→	Определяет водосборную область, расположенную выше набора ячеек раstra
	Водоток в пространственный объект	→	Преобразует растр, представляющий линейную сеть в векторные объекты, представляющие сеть линий
	Длина линии стока	→	Вычисляет расстояние вверх или вниз по течению, или взвешенное расстояние, вдоль потока для каждой ячейки
	Заполнение	→	Заполняет локальные понижения в растре поверхности для удаления всех небольших ошибок и неточностей
	Идентификация водотоков	→	Присваивает уникальные значения секциям растровой линейной сети, расположенным между сочленениями линий
	Локальное понижение	→	Создает растр, определяющий локальные понижения или районы внутреннего дренажа
	Направление стока	→	Создает растр направления стока из каждой ячейки по ближайшей соседней ячейки вниз по склону наибольшей крутизны
	Порядок водотоков	→	Присваивает число, определяющее порядок, сегментам раstra, представляющим сегменты линейной сети
	Привязка точки устья	→	Привязывает точки устьев к ячейке с наибольшим суммарным стоком в пределах заданного расстояния
	Суммарный сток	→	Создает растр потока накопления в каждую ячейку

Рис. 1. Функциональные возможности набора инструментов «Гидрология», которые могут быть использованы для целей мониторинга мелиорированных земель

Набор инструментов «Поверхность»			
Инструменты	Изолинии	→	Создает класс линейных объектов изолиний из растровой поверхности
	Изолинии по значениям	→	Создаёт класс пространственных объектов выбранных значений изолиний из растровой поверхности
	Изолинии с барьерами	→	Строит изолинии по растровой поверхности с учетом объектов-барьеров
	Кривизна	→	Вычисляет кривизну растровой поверхности, определяя профильную и плановую кривизну
	Отмывка	→	Создаёт рельеф с тенью из растровой поверхности, принимая во внимание угол источника освещения и тени
	Уклон	→	Определяет уклон (градиент, или скорость максимального изменения значения z) для каждой ячейки поверхности раstra
	Экспозиция	→	Извлекает экспозицию склонов из растровой поверхности

Рис. 2. Функциональные возможности набора инструментов «Поверхность», которые могут быть использованы для целей мониторинга мелиорированных земель

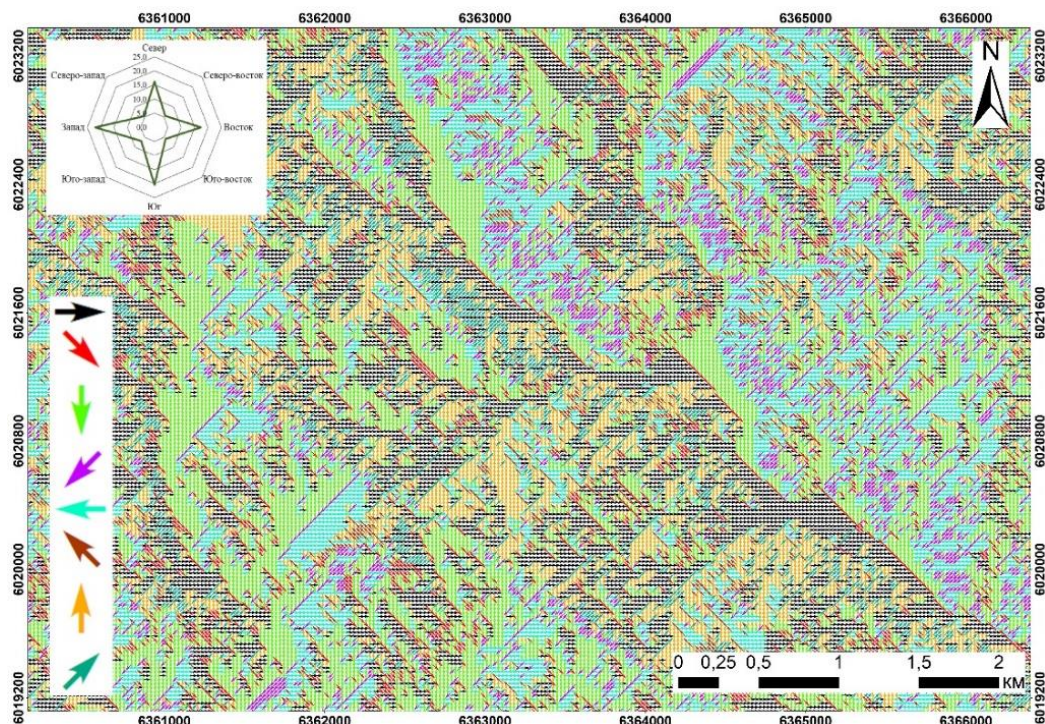


Рис. 3. Фрагмент растрового изображения территории Горьковского района с отображением направления поверхностного стока (на диаграмме-вкладке указан % стока в направлении каждого румба от общей территории; расчет выполнен для ячеек раstra с пространственным разрешением 30 м)

Водосборная область представляет собой территорию, с которой осуществляется сток воды и других веществ в общую точку «выхода» или точку устья, под которой понимают самую низкую точку вдоль границы дренажного бассейна. Инструмент «Привязка точки устья» позволяет определить на сгенерированной сети водотоков точки с высоким суммарным стоком и использовать полученную

информацию при выделении границ водосборных бассейнов. На рис. 4 представлен фрагмент векторного изображения территории с отображением идентифицированных водотоков различного порядка и их устьев, максимальная концентрация которых приурочена к участкам открытой и закрытой мелиоративной сети. Данная информация позволяет отследить эффективность работы созданных мелиоративных систем и принять оптимальное решение в случае необходимости создания новых либо реконструкции уже существующих.

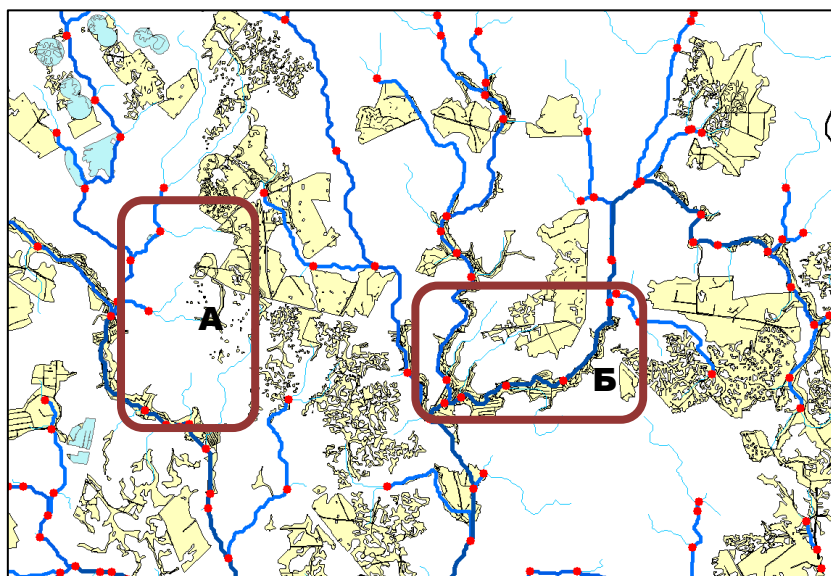


Рис. 4. Фрагмент векторного изображения территории Горьковского района с отображением идентифицированных водотоков различного порядка и их устьев

По данным гидрологически корректной цифровой модели поверхности можно построить актуальные картографические изображения количественных показателей эрозионного потенциала и гидроморфности почвенного покрова мелиорированных земель – морфометрических индексов LSF, SPI, TWI и TRI (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические индексы, определяемые по данным дистанционного зондирования SRTM, пригодные для мониторинга мелиорированных земель

Морфометрический индекс	Формула расчета индекса	Функция индекса	Направление использования для целей мониторинга
Фактор эрозионного потенциала рельефа (Length Steepness Factor, LSF)	$LSF = (m + 1) * (A/22,13)^m * (\sin\beta/0,0896)^n,$ где A – удельная водосборная площадь; β – угол наклона земной поверхности; m и n – эмпирические коэффициенты	Характеризует влияние рельефа на процессы плоскостной эрозии	Составляющая универсального уравнения потерь почвы (RUSLE) – наиболее часто используемой модели оценки риска эрозионных потерь вследствие проявления плоскостной эрозии [8]
Индекс мощности линейной эрозии (Stream Power Index, SPI)	$SPI = A * \tan(\beta)$ где A – удельная водосборная площадь; β – угол наклона земной поверхности	Описывает потенциальную эрозию водного потока в данной точке топографической поверхности	Оценка степени проявления линейной эрозии почвы
Топографический индекс влажности (Topographic Wetness Index, TWI)	$TWI = \ln[A/\tan(\beta)]$ где A – удельная водосборная площадь, β – топографический градиент	Отображает потенциальную влажность водосбора	Оценка геоморфологических предпосылок для развития процесса переувлажнения земель
Индекс устойчивости местности (Terrain Ruggedness Index, TRI)	$TRI = Y [\sum(x_{ij} - x_{00})^2]^{1/2}$ x_{ij} – перепад высот между каждой из соседних ячеек раstra	Выражает величину перепада высот между соседними ячейками в растре	Оценка направления проявления интенсификации водноэрозионных процессов в пределах водосбора

Наличие подобной информации позволяет оценить направление и вероятность развития негативных ландшафтных процессов на мелиорированных землях на региональном уровне и разработать комплекс противоэрозионных мероприятий. Важно отметить, что результаты выполнения комплексного морфометрического анализа территории на основе данных радарной интерферометрической топографической съемки SRTM могут быть использованы как для проведения оперативной и эффективной оценки критических свойств рельефа для целей прогнозирования использования мелиориро-

ванных земель, так и для разработки проектов мелиоративного устройства территорий. В частности, сведения о количественных характеристиках рельефа, выраженные через его морфометрию, довольно часто используются при мониторинге экзогенных природных опасностей (абразионно-оползневые явления, склоновая и русловая эрозия, селевая опасность), а также для целей ландшафтного анализа территории и ее районирования. Существует ряд моделей эрозии почвенного покрова – AGNPS (Agricultural Non-Point-Source Pollution Model), WEPP (Water erosion prediction project), USLE (Universal Soil Loss Equation), RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) и MUSLE (Modification Universal Soil Loss Equation), PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) [9, 10]. Каждая из этих моделей базируется на разделении водораздела на отдельные ячейки регулярной сети и назначении каждой ячейке раstra атрибутивных данных, таких как значение уклона, длины склона, эрозионной интенсивности дождя, коэффициента эродуемости почвы. Среди этих моделей для оценки величины среднего многолетнего потенциального смыва почвы (A) довольно часто используют уточненное универсальное уравнение разрушения почвы (RUSLE), разработанное Департаментом сельского хозяйства Службы охраны почв США (Natural Resources Conservation Service, NRCS) (1):

$$A = R * K * L * S * C * P, \quad (1)$$

где A – годовые потери почвы, т/га; R – фактор эродирующей способности дождевых осадков, МДж*мм/(га*час*год); K – фактор размываемости почв, т*га*ч/(МДж*мм*га); L – фактор длины склона (безразмерный); S – фактор крутизны склона (безразмерный); C – фактор растительности и севооборота (безразмерный, изменяющийся от 0 до 1); P – фактор эффективности выполненных противоэрозионных мероприятий (безразмерный, изменяющийся от 0 до 1).

Функциональные возможности наборов инструментов «Гидрология» и «Поверхность» позволяют выполнить определение произведения фактора длины склона на фактор крутизны склона, являющееся фактором эрозионного потенциала рельефа LSF, который при отсутствии данных об удельной водосборной площади определяется по формуле (2):

$$LSF = ((A * D) / 22,13)^m * (0,01745 * (\sin(\sin \alpha / 0,0896)))^n * 1,4 \quad (2)$$

где A – грид-модель слоя стока (растровое изображение, полученное после применения инструмента «Суммарный сток» модуля «Гидрология»); α – растровая тема уклонов в градусах (растровое изображение, полученное после применения инструмента «Уклон» модуля «Поверхность»); D – длина ячейки раstra SRTM в метрах (пространственное разрешение раstra); n – показатель уклона, равный 1,3; m – показатель площади, определяемый по формуле (3):

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad (3)$$

где β – локальное значение уклона в градусах, вычисляемое по формуле (4):

$$\beta = (\sin \alpha / 0,0896) / (3,0 * (\sin \alpha)^{0,8} + 0,56) \quad (4)$$

Кроме уклона поверхности инструмент «Экспозиция» набора инструментов «Поверхность» позволяет вычислить солярную экспозицию – угол по часовой стрелке между направлением на север и проекцией внешней нормали на горизонтальную плоскость в определяемой точке земной поверхности, который определяет направление уклона поверхности [11]. Она выражается положительными значениями градусов от 0 до 359,9, измеряемыми по часовой стрелке от направления на север. При этом плоским областям, не имеющим направления вниз по склону, присваивается значение -1. Данный фактор непосредственно влияет на водный режим почв, во многом определяя величину инсоляции и эвапотранспирации. Кроме того, уклон и солярная экспозиция склона совместно контролируют перераспределение зимних осадков по земной поверхности, поэтому данные морфометрические величины влияют на дифференциацию и динамику промерзания и оттаивания почвы, а следовательно, и на дифференциацию накопления в ней запасов влаги.

Выходные данные, полученные после реализации функционала инструмента «Кривизна» набора инструментов «Поверхность» с точки зрения прикладного применения могут быть использованы прежде всего для описания физических характеристик водосборного бассейна, которые могут помочь в понимании направления процессов эрозии и поверхностного стока. Если уклон влияет на общую скорость движения вниз по склону, а экспозиция определяет направление потока, то профильная кривизна поверхности влияет на ускорение или замедление потока, и, следовательно, воздействует на процессы эрозии и депонирование осадков, а плановая кривизна влияет на конвергенцию и дивергенцию потока вещества в мелиорированном ландшафте.

Карты LULC (землепользование/земельный покров) играют важную роль в мониторинге мелиорированных земель на местном, региональном и национальном уровнях, планировании землепользования, гидрологическом моделировании и управлении водными ресурсами. Открытые, точные, динамические и актуальные карты земного покрова с высоким разрешением имеют важное

значение для принятия оптимальных управленческих решений. Такие карты получают посредством классификации данных дистанционного зондирования с применением методов глубокого машинного обучения. На рис. 5 представлено картографическое изображение территории Горецкого района, извлеченное в среде ГИС из массива данных классификации сцен Sentinel-2, выполненных в видимых красном, зеленом, синем, ближнем инфракрасном и двух коротковолновых инфракрасных диапазонах. На полученный растровый слой типов землепользования наложен векторный слой мелиорированных земель, представленный в качестве отдельного класса пространственных объектов в базе геоданных ЗИС Горецкого района.

Классификация LULC предусматривает определение в пределах территории интереса следующих классов: 1) водные объекты (реки, пруды, озера, океаны, затопленные соляные равнины); 2) древесная растительность (скопление высокой (~ 15 м и более) и густой растительности, обычно с закрытым или плотным пологом); 3) травянистая растительность (естественные луга и поля с редким покровом деревьев или без него, открытая саванна с небольшим количеством деревьев или без них, парки, пастбища); 4) затопленная растительность (затопленные мангровые заросли, зарождающаяся растительность, рисовые поля и другое интенсивно орошаемые и затопляемые сельскохозяйственные земли); 5) сельскохозяйственные культуры; 6) кустарниковая растительность (смесь небольших скоплений растений или отдельных растений, разбросанных по ландшафту, на котором видна открытая почва или скалы; заросшие кустарником поляны в густых лесах); 7) земли под застройкой (строения, основные автомобильные и железнодорожные сети; большие однородные непроницаемые поверхности, включая парковочные конструкции, офисные здания и жилые дома); 8) открытые земли (участки скал или почвы с очень редкой растительностью или без нее в течение всего года; большие участки песка и пустынь с практически отсутствующей растительностью; песчаные дюны, сухие солончаки, высохшие дна озер, шахты); 9) снег и/или лед (большие однородные участки постоянного снега или льда, обычно в горных районах или на самых высоких широтах; ледники, постоянный снежный покров, снежные поля).

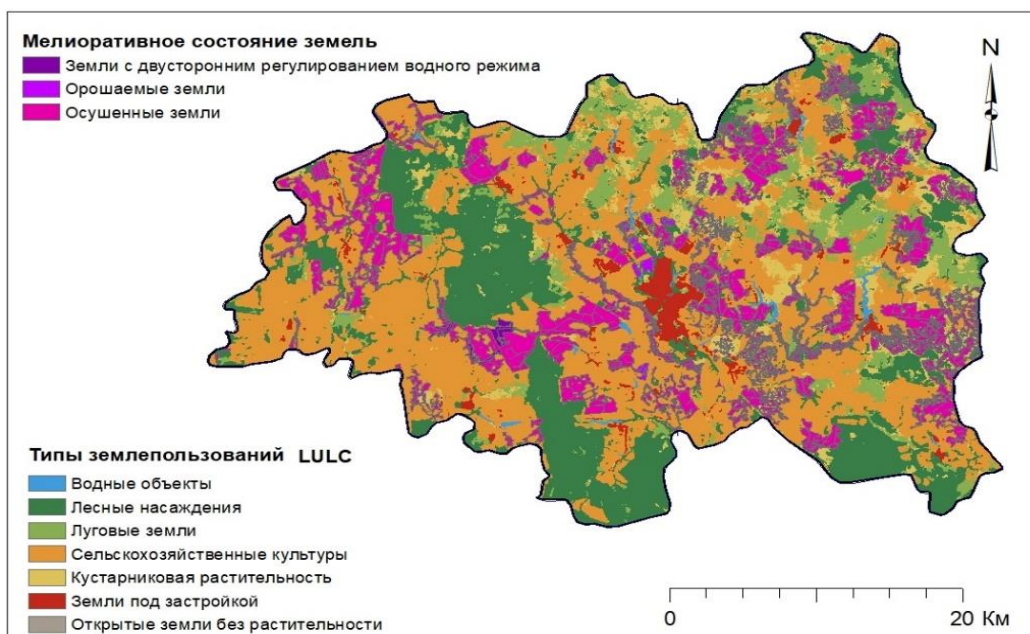


Рис. 5. Типы землепользования LULC на территории Горецкого района

Классификация LULC отличается от принятой в Республике Беларусь классификации видов земель однако позволяет довольно точно идентифицировать отдельные виды земель в пределах актуальных спутниковых сцен на любую интересующую территорию. Дальнейшее преобразование растровых данных в векторные в среде ГИС дает возможность точно определить актуальную площадь того либо иного вида земель (табл. 2).

При сравнении данных классификации LULC с данными реестра земельных ресурсов наблюдаются значительные расхождения по площади земель под болотами – 51,13 км². Однако, при сравнении векторного слоя ЗИС и данных дистанционного зондирования оказалось, что в качестве земель под болотами идентифицированы преимущественно вымочки, имеющиеся на пахотных и луговых землях, а не «избыточно увлажненные земли, покрытые слоем торфа», как определены земли под болотами в ст. 7 Кодекса о земле Республики Беларусь. Следует также учитывать тот факт,

что данные дистанционного зондирования, находящиеся в свободном доступе, не позволяют четко идентифицировать линейные водные объекты, поскольку для их извлечения из растра требуется специальная комбинация каналов. Однако, если использовать спутниковые сцены Landsat-8 с комбинацией каналов 5–6–2, то линейные водные объекты могут быть идентифицированы с высокой точностью. По понятным причинам данные дистанционного зондирования не позволяют идентифицировать вид земель «неиспользуемые земли» и «иные земли», которые по данным спутниковых сцен идентифицируются как земли под древесно-кустарниковой растительностью.

Таблица 2. Наличие и распределение земель Горецкого района по данным дистанционного зондирования и данным реестра земельных ресурсов Республики Беларусь

Вид земель	Площадь земель, км ²		± к площади, представленной в реестре
	представленная в реестре земельных ресурсов	идентифицированная по классификации LULC	
Пахотные земли	695,41	728,68	+33,27
Луговые земли	151,46	142,67	-8,79
Земли под постоянными культурами	7,22	281,31	+51,38
Лесные земли	229,93		
Земли под древесно-кустарниковой растительностью	69,63	89,61	+19,98
Земли под болотами	51,15	0,02	-51,13
Земли под водными объектами	14,42	7,43	-6,99
Земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями	17,61	35,73	-1,14
Земли под застройкой	19,26		
Земли общего пользования	8,64	–	–
Нарушенные земли	0,07	0,76	+0,69
Неиспользуемые земли	16,54	–	–
Иные земли	2,97	–	–
Всего земель	1284,31	1366,21	+1,90

При мониторинге мелиорированных земель данные дистанционного зондирования позволяют оценить их состояние на региональном уровне без выполнения полевых исследований. На рис. 6 представлен фрагмент растрового слоя LULC с наложенной на него векторной маской участка осушенных земель, которые в ЗИС представлены как луговые улучшенные земли, тогда как фактически не могут быть отнесены к таковым, поскольку подвержены зарастанию кустарниковой растительностью, площадь которой в пределах векторной маски составляет 24,25 га.

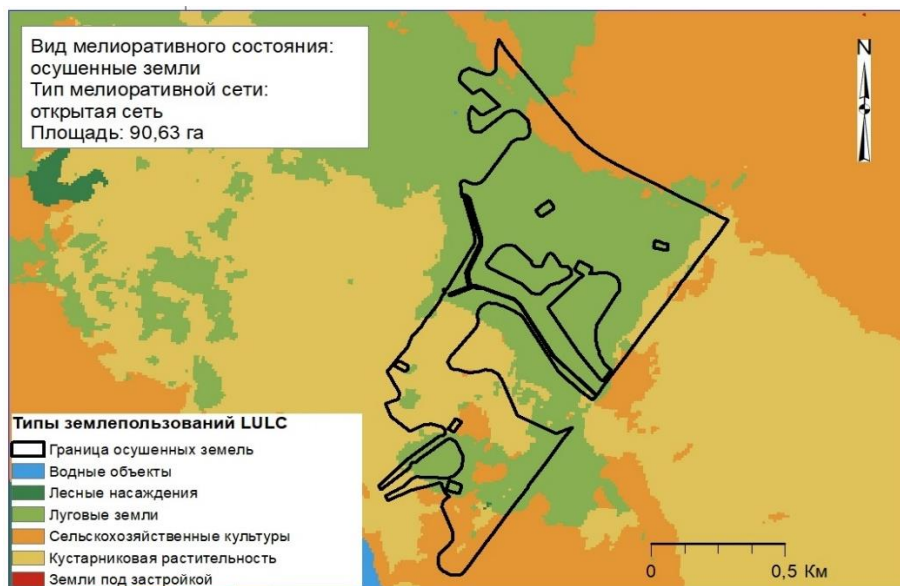


Рис. 6. Типы землепользования LULC в пределах участка мелиорированных земель на территории Горецкого района

Заключение

Результаты выполненных исследований дают основания для следующих выводов: 1) прогрессирующее увеличение масштабов антропогенного воздействия на природные и агроландшафты требует усовершенствования процесса выполнения локальных и региональных мониторинговых наблюдений за состоянием мелиорированных земель; 2) получение достоверных и оперативных данных о состоянии мелиорированных земель и их использование для целей мониторинга возможно посредством применения эффективных инструментов анализа и интерпретации большого объема геопространственных данных; 3) геоинформационные системы и их функциональные наборы инструментов поз-

воляют получать актуальные данные о результатах воздействия природных и антропогенных факторов на состояние мелиорированных ландшафтов в каждой точке изучаемого пространства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов, К. Нерешенные вопросы государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / К. Ибрагимов // Земля Беларуси. – 2013. – №4. – С. 12–15.
2. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в Республике Беларусь: проблемы и перспективы развития / Т. Н. Мыслыва, Ж. З. Циавиа, Е. В. Шабрина, П. П. Надточий // Вестник БГСХА. – 2017. – №2. – С. 105–111.
3. Об утверждении инструкции об организации работ по проведению мониторинга земель. – [Электронный ресурс]: постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь № 68 от 22 декабря 2009 г. – Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org>.
4. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2021 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 57 с.
5. Дуброва, Ю. Н. Геоморфометрический анализ рельефа территории Горецкого района с использованием данных дистанционного зондирования / Ю. Н. Дуброва, Т. Н. Мыслыва, Т. Н. Ткачева // Вестник БГСХА. – 2021. – №1. – С. 209 – 216.
6. Экология почвы / Т. Н. Мыслыва [и др.]; под. ред. Т. Н. Мыслывой. – Житомир: Изд-во ПП Евенок А. А., 2018. – 516 с.
7. Дуброва, Ю. Н. Комплексный морфометрический анализ территории Горецкого района с использованием данных дистанционного зондирования Земли / Ю. Н. Дуброва, Т. Н. Мыслыва, Т. Н. Ткачева // Мелиорация. – 2020. – №3(93). – С. 43–54.
8. Panagos, P. A new european slope length and steepness factor (LS-Factor) for modeling soil erosion by water / P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger // Geosciences. – 2015. – Vol. 5. – P. 117–126.
9. Горбачёва, Е. Н. Применение универсального уравнения потерь почвы от эрозии (RUSLE) при оценке интенсивности водно-эрозионных процессов на основе ГИС / Е. Н. Горбачёва // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – №2(47). – С. 42–51.
10. Spatial assessment of the effects of land cover change on soil erosion in Hungary from 1990 to 2018 / I. Waltner, S. Saeidi, J. Grósz [et al] // International Journal of Geo-Information. – 2020. – Vol. 9. – P. 667.
11. Дамшевич, А. Возможности использования цифровой модели рельефа для изучения влияния морфометрических показателей на влажность почв / А. Дамшевич // Земля Беларуси. – 2017. – №1. – С. 42–45.

КАНЦЕРОГЕННЫЙ И НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОТРЕБЛЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ВЫРАЩИВАЕМОГО В ПРЕДЕЛАХ АГРОСЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ Г. ГОРКИ

О. Н. ЛЕВШУК, Т. Н. МЫСЛЫВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com; levshuk-2011@mail.ru

А. П. МКРТЧЯН

Учреждение здравоохранения «Горецкий районный центр гигиены и эпидемиологии»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: gorki@cge.by

(Поступила в редакцию 20.01.2022)

Установление риска наступления нежелательных эффектов, обусловленного воздействием канцерогенных и неканцерогенных химических веществ на человека, является одним из действенных методов предупреждения опасности загрязнения окружающей среды. Цель настоящего исследования – установление величины не канцерогенного и канцерогенного риска, обусловленного поступлением тяжелых металлов при употреблении в пищу картофеля, выращенного в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки. Установлено, что максимальный вклад в экспозицию тяжелых металлов в организм взрослого и детского населения вносят Zn и Mn. Суммарная годовая экспозиция тяжелых металлов, поступающих в организм взрослого и детского населения вследствие употребления в пищу картофеля, определенная по медианному значению, составляет 6,2–8,9 мг/кг массы тела, а определенная на уровне 90-го перцентиля – 46,4–66,6 мг/кг массы тела соответственно. Суммарный индекс опасности возникновения не канцерогенных эффектов вследствие воздействия тяжелых металлов при употреблении в пищу картофеля для взрослого населения превышает допустимое значение только на уровне 90-го перцентиля, а для детского населения оценивается как средний на уровне медианы и как чрезвычайно высокий – на уровне 90-го перцентиля. Суммарный уровень канцерогенного риска от употребления в пищу картофеля в течение жизни за счет таких канцерогенов как Pb и Cd по международной критериальной шкале оценивается как средний. Результаты выполненных исследований могут быть использованы для разработки стратегии управления риском для здоровья населения малых городов Республики Беларусь вследствие загрязнения картофеля тяжелыми металлами, предусматривающей последовательное прохождение следующих этапов: сравнительная оценка и ранжирование риска; определение уровней приемлемости риска; снижение и контроль риска; реагирование на риск.

Ключевые слова: картофель, тяжелые металлы, население, канцерогенный и не канцерогенный риск.

Establishing the risk of adverse effects due to human exposure to carcinogenic and non-carcinogenic chemicals is one of the most effective methods for preventing the danger of environmental pollution. The purpose of this study is to determine the magnitude of the non-carcinogenic and carcinogenic risk caused by the intake of heavy metals when eating potatoes grown within the agro-residential landscapes of the city of Horki. It has been established that the maximum contribution to the exposure of heavy metals to the body of the adult and child population is made by Zn and Mn. The total annual exposure of heavy metals entering the body of adults and children due to the consumption of potatoes, determined by the median value, is 6.2–8.9 mg/kg of body weight, and that determined at the level of the 90th percentile – 46.4–66.6 mg/kg of body weight, respectively. The total hazard index for the occurrence of non-carcinogenic effects due to exposure to heavy metals when eating potatoes for the adult population exceeds the permissible value only at the level of the 90th percentile, and for the children's population it is estimated as average at the median level and as extremely high at the level of 90th percentile. The total level of carcinogenic risk from eating potatoes during life due to such carcinogens as Pb and Cd according to the international criterion scale is estimated as medium. The results of the studies performed can be used to develop a strategy for managing the health risk to the population of small towns of the Republic of Belarus due to contamination of potatoes with heavy metals, which provides for the sequential passage of the following stages: comparative assessment and ranking of risk; determination of risk acceptability levels; risk reduction and control; risk response.

Key words: potato, heavy metals, population, carcinogenic and non-carcinogenic risk.

Введение

Загрязнение тяжелыми металлами компонентов биосферы относится к одной из глобальных экологических проблем, решение которой приобретает все большую актуальность в условиях усиления антропогенного воздействия на окружающую среду. Доказано, что именно состояние окружающей среды прямо, либо косвенно становится причиной возникновения до 90 % всех болезней человека, наиболее опасными среди которых являются злокачественные новообразования [1]. Установлено, что 85–90 % всех случаев возникновения рака различной этиологии определяется влиянием канцерогенов, поступающих из окружающей среды, среди которых 70–80 % связывают с химическими, а 10 % – с радиационными факторами [2, 3].

Одним из действенных методов предупреждения ухудшения здоровья населения, обусловленного воздействием канцерогенных и неканцерогенных химических веществ вследствие загрязнения окружающей среды, является установление величины риска наступления нежелательных эффектов от воздействия поллютантов с целью дальнейшей разработки методов его минимизации, либо полного устранения. Вопросам анализа структурной нагрузки канцерогенов и неканцерогенных контаминантов на здоровье населения посвящен целый ряд зарубежных исследований [4–7], однако для условий Беларуси, в частности для территории малых городов, таких исследований проведено не было.

Исходя из этого, целью настоящего исследования стало определение степени неканцерогенного и канцерогенного риска, обусловленного поступлением тяжелых металлов при употреблении в пищу картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки.

Задачи исследования предусматривали: 1) определение величины экспозиции химическими контаминантами на уровне медианы и 90-го перцентиля жителей г. Горки; 2) определение неканцерогенного и канцерогенного риска для населения вследствие употребления в пищу картофеля, загрязненного медью, цинком, марганцем, свинцом и кадмием; 3) разработка стратегии по управлению риском для здоровья населения г. Горки вследствие употребления в пищу, картофеля, загрязненного тяжелыми металлами.

Основная часть

Исследования выполнялись в течение 2017–2021 гг. в пределах индивидуальной жилой застройки г. Горки Могилевской области на территории микрорайонов «Заречье», «Слобода» и «Академия», а также садовых товариществ «Труд», «Иваново», «Яблонька», «Верхнее озеро» и «Садовод», жители которых традиционно занимаются индивидуальным огородничеством и садоводством и употребляют в пищу получаемую растениеводческую продукцию.

Оценку величины канцерогенного и не канцерогенного риска выполняли по общепринятым методикам [8]. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов осуществлялась посредством сравнения фактических уровней экспозиции контаминантов с безопасными уровнями воздействия (референтными дозами) и расчета коэффициента опасности (HQ), выражающего отношение оцененной дозы контаминанта к допустимой. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов при комплексном воздействии тяжелых металлов проводилась посредством расчета индекса опасности (HI) как суммы коэффициентов опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих химических веществ.

Расчет степени индивидуального канцерогенного риска (ICR) выполнялся посредством умножения среднесуточной дозы поступления канцерогена в организм человека на фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу и отражающий верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет). Величина популяционного канцерогенного риска (PCR) определялась как произведение индивидуального канцерогенного риска на численность исследуемой популяции [9].

Информация о годовом потреблении картофеля и овощей взрослыми получена из приказа Министерства здравоохранения Российской Федерации №614 от 19 августа 2016 г. «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям» [10], а сведения о годовом потреблении картофеля и овощей детьми – с официального сайта Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию [11].

Отбор проб картофеля осуществлялся в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89. Пробы отбирались на исследуемых земельных участках по диагонали, через равные расстояния, в трёх точках, массой не менее 1 кг каждая. Всего было отобрано и проанализировано 150 проб картофеля.

Аналитические исследования проводились на базе химико-экологической лаборатории УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», аккредитованной в Системе аккредитации Республики Беларусь в соответствии с СТБ ИСО/МЭК 1 7025-2007. Определение содержания тяжелых металлов выполнялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR S Series AA фирмы Thermo Scientific (США). Экстрагирование тяжелых металлов выполняли 1н H₂SO₄, минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления. Подробная информация о статистических характеристиках выборки данных о содержании тяжелых металлов в картофеле представлена в опубликованной ранее работе [12].

Анализ пространственного распределения не канцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения от употребления в пищу картофеля, загрязненного тяжелыми металлами, выполнялся с помощью функциональных возможностей модуля «Геопространственный анализ» программного продукта ArcGIS версии 10.5.

Для статистической обработки полученных результатов использовались функциональные возможности прикладного программного продукта Statistica версии 12.0.

Картофель – один из важнейших продуктов, богатый источником получаемой с пищей энергии и питательных веществ, по содержанию белков намного превосходящий другие корнеплоды и клубнеплоды. Он богат минеральными веществами (калий, фосфор и магний), микроэлементами (Zn (0,36 мг), Mn (0,17 мг), Cu (0,14 мг), Fe (0,9 мг), В (115 мкг), V (149 мкг), F (30 мкг), Cr (10 мкг), витаминами С (20 мг), B1 (0,12 мг), B2 (0,07 мг), B5 и B6, (по 0,3 мг), B9 (8 мкг), E (0,1 мг) [13]. Картофель является четвертым по величине потребления продуктом питания в мире [14]. В Республике Беларусь среднее потребление картофеля на душу населения составляет 68 кг, а его ежегодное произ-

водство достигает свыше 6 тыс. т [15]. Более 80 % производимого в стране картофеля выращивается в хозяйствах населения и свыше половины его употребляется в пищу самими производителями.

Картофель, выращиваемый в пределах участков индивидуальной жилищной застройки на территории г. Горки, содержит различные количества микроэлементов и тяжелых металлов, которые по содержанию их в клубнях располагаются в следующий убывающий ряд: Zn > Mn > Cu > Pb > Cd. По величине коэффициента опасности содержания в клубнях картофеля, под которым понимают отношение фактического содержания элемента к его предельно допустимой концентрации, тяжелые металлы располагаются в следующий убывающий ряд: кадмий > цинк > медь > свинец [12]. На начальном этапе оценки риска поступления тяжелых металлов, в том числе канцерогенов Pb и Cd, в организм жителей г. Горки, употребляющих в пищу картофель, выращиваемый в пределах агроселитебных ландшафтов, был проведен расчет экспозиции химическими контаминантами на уровне медианы и 90-го перцентиля. При этом величина экспозиции определялась как рассчитанное количество поллютанта в конкретном объекте окружающей среды, находящееся в соприкосновении с пограничными органами человека (пищеварительный тракт) в течение какого-либо точно установленного времени (в данном случае дни) и выражалась как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела мг/(кг · день) [8]. Установлено, что суммарная годовая экспозиция тяжелых металлов, поступающих вследствие употребления в пищу картофеля (по медианному значению), для взрослого населения составляет 6,2 мг/кг массы тела, а для детского – достигает 8,90 мг/кг массы тела, тогда как экспозиция, рассчитанная для 90-го перцентиля, составляет 46,4 мг/кг массы тела и 66,6 мг/кг массы тела соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Суммарная экспозиция тяжелых металлов, поступающих вследствие употребления в пищу картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки, мг/кг массы тела/сутки

Группа воздействия	Название оценочного показателя	Название химического элемента					Суммарная экспозиция
		Cu	Zn	Mn	Pb	Cd	
Взрослые	Exp _{med}	0,002539	0,008709	0,005062	0,000271	0,000037	0,016618
	Exp _{90%}	0,003874	0,011948	0,007083	0,000671	0,000272	0,023848
Дети	Exp _{med}	0,018920	0,064892	0,037719	0,002015	0,000270	0,123816
	Exp _{90%}	0,028867	0,089028	0,052778	0,005000	0,002025	0,177698

Максимальный суммарный вклад в экспозицию контаминантов как взрослого, так и детского населения г. Горки вносят цинк и марганец, причем более 50 % экспозиции тяжелых металлов, поступающих в организм вследствие употребления в пищу картофеля, приходится на цинк.

Загрязнение урбоэкосистем тяжелыми металлами является мощным фактором, негативно влияющим на здоровье человека и способствующим развитию болезней, при этом более уязвимой частью популяции являются именно дети. Установлена статистически значимая связь между уровнем содержания тяжелых металлов в организме детей и частотой возникновения у них инфекционных заболеваний верхних дыхательных путей, нарушений функционирования желудочно-кишечного тракта и анемии [16]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что суммарный индекс опасности (НИ), являющийся количественной мерой оценки риска развития неканцерогенных эффектов от поступления в организм тяжелых металлов, содержащихся в картофеле, выращиваемом в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки и употребляемом в пищу взрослым населением, превышает 1,0 на уровне 90-го перцентиля, поэтому необходимо усилить контроль за содержанием тех контаминантов, которые вносят максимальный вклад в общее значение экспозиции тяжелых металлов (табл. 2).

Таблица 2. Неканцерогенный риск, обусловленный поступлением тяжелых металлов при употреблении в пищу картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки

Тяжелый металл	Среднесуточная экспозиция металла, AD, мг/кг массы тела/сутки		Референтная доза при хроническом пероральном поступлении RfD, мг/кг/сутки	Коэффициент опасности HQ	
	Exp _{med}	Exp _{90%}		Exp _{med}	Exp _{90%}
Взрослые					
Медь	0,002539	0,003874	0,019	0,134	0,204
Цинк	0,008709	0,011948	0,30	0,029	0,040
Марганец	0,005062	0,007083	0,14	0,036	0,051
Свинец	0,000271	0,000671	0,0035	0,077	0,192
Кадмий	0,000037	0,000272	0,0005	0,074	0,544
Суммарный индекс опасности, НИ				0,350	1,031
Дети					
Медь	0,018920	0,028867	0,019	0,996	1,519
Цинк	0,064892	0,089028	0,30	0,216	0,297
Марганец	0,037719	0,052778	0,14	0,269	0,378
Свинец	0,002015	0,005000	0,0035	0,576	1,429
Кадмий	0,000270	0,002025	0,0005	0,540	4,050
Суммарный индекс опасности, НИ				2,597	7,672

Максимальный вклад в общее значение суммарного индекса опасности на уровне медианы вносят медь, свинец и кадмий, а на уровне 90-го перцентиля – кадмий, медь и свинец (рис. 1).

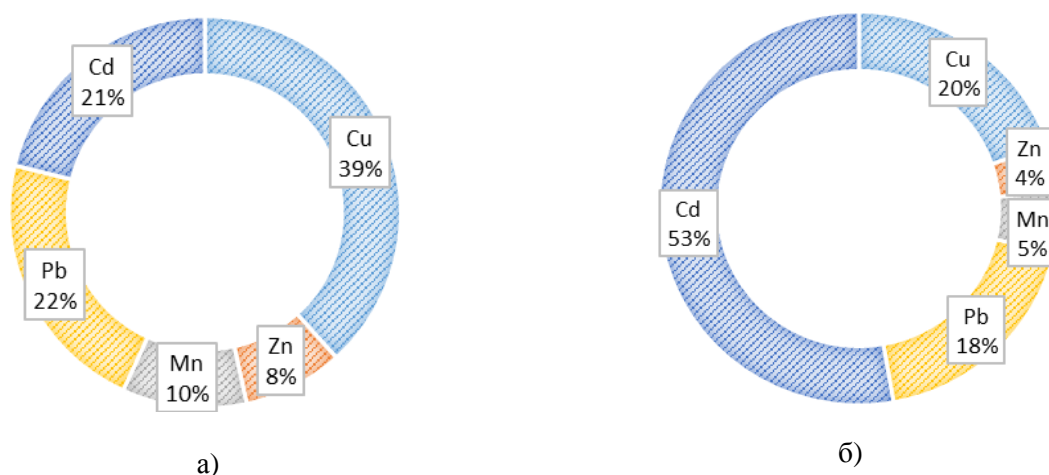


Рис. 1. Вклад отдельных тяжелых металлов, поступающих в организм взрослого и детского населения вследствие употребления в пищу картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки, в общее значение суммарного индекса опасности HI (а – уровень медианы; б – уровень 90-го перцентиля)

В разрезе отдельных элементов ни на уровне медианы, ни на уровне 90-го перцентиля коэффициент опасности для взрослого населения не превышал допустимого значения, что свидетельствует об относительной безопасности употребления картофеля в случае его моноэлементного загрязнения. Для детского населения HQ содержания кадмия, меди и свинца в картофеле превышал 1,0 на уровне 90-го перцентиля. Данный факт свидетельствует о том, что при употреблении в пищу картофеля воздействие на организм детей присутствующих в нем Cd, Cu и Pb характеризуется как недопустимое. Суммарный индекс опасности возникновения неканцерогенных эффектов вследствие воздействия тяжелых металлов для детского населения оценивается как средний на уровне медианы и как чрезвычайно высокий – на уровне 90-го перцентиля.

По данным Агентства по охране окружающей среды США (EPA), мышьяк, кадмий, свинец и ртуть являются одними из наиболее токсичных тяжелых металлов в окружающей среде. Кроме того, Агентство США по регистрации токсических веществ и заболеваний (ATSDR) утвердило список из 20 тяжелых металлов (с выраженной токсичностью для человека), в котором второе место занимает свинец, а седьмое – кадмий [17]. Данные токсиканты относятся к веществам с доказанной канцерогенной активностью для человека, в связи с чем оценку канцерогенного риска, под которым понимают вероятность повышения частоты новообразований у людей за счет перорального воздействия химических канцерогенов [8], осуществляли в отношении именно этих тяжелых металлов (табл. 3).

Таблица 3. Индивидуальный и популяционный канцерогенный риск, обусловленный поступлением тяжелых металлов при употреблении в пищу картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки

Тяжелый металл	Группа воздействия	Индивидуальный канцерогенный риск (вероятность), ICR		Популяционный канцерогенный риск (число случаев), PCR		Уровень индивидуального канцерогенного риска
		Exp _{med}	Exp _{90%}	Exp _{med}	Exp _{90%}	
Свинец	Взрослые	$0,13 \cdot 10^{-4}$	$0,32 \cdot 10^{-4}$	0,39	0,96	Средний
	Дети	$0,95 \cdot 10^{-4}$	$0,24 \cdot 10^{-3}$	0,51	1,28	Средний
Кадмий	Взрослые	$0,14 \cdot 10^{-4}$	$0,10 \cdot 10^{-3}$	0,42	3,14	Средний
	Дети	$0,10 \cdot 10^{-3}$	$0,77 \cdot 10^{-3}$	0,56	4,17	Средний
Суммарный риск	Взрослые	$0,27 \cdot 10^{-4}$	$0,13 \cdot 10^{-3}$	0,80	4,09	Средний
	Дети	$0,20 \cdot 10^{-3}$	$1,01 \cdot 10^{-3}$	1,07	5,45	Средний

Примечание: по состоянию на 01.01.2022 г. взрослое население г. Горки составляло 30371 человека, детское население – 5424 ребенка (<http://gorki.gov.by/region/4299-naselenie-regiona.html>).

Установлено, что суммарный уровень канцерогенного риска для взрослого и детского населения от употребления в пищу картофеля в течение жизни только за счет двух идентифицированных канцерогенов – Pb и Cd составляет $0,27 \cdot 10^{-4} - 0,20 \cdot 10^{-3}$ для медианных значений и $0,13 \cdot 10^{-3} - 1,01 \cdot 10^{-3}$ для 90-го перцентиля, что по международной критериальной шкале оценивается как средний канцерогенный риск. Следует, однако, подчеркнуть, что при оценке канцерогенного риска от употребления в пищу картофеля, загрязненного тяжелыми металлами, не учитывается возможное снижение дозы экспозиции вследствие его переработки (варения, тушения, жарения). В этой связи ситуацию с загрязнением картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки, нельзя считать критической либо опасной, тем не менее она требует пристального внимания со стороны как органов охраны здоровья, так и органов государственной власти и местного самоуправления.

Функциональные возможности геоинформационных систем позволили визуализировать пространственное распределение не канцерогенного и канцерогенного риска для населения от потребления картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки (рис. 2).

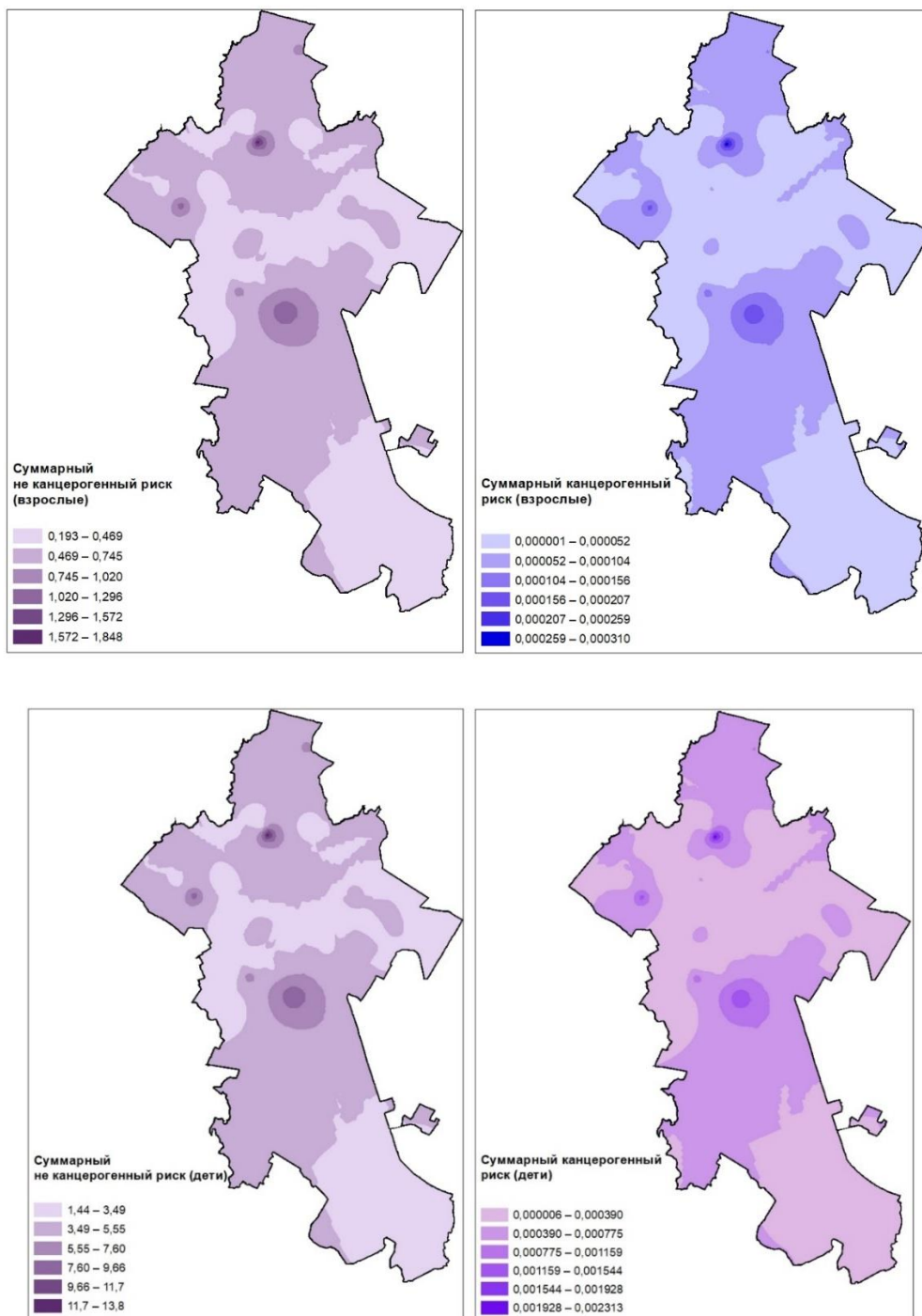


Рис. 2. Пространственное распределение неканцерогенного и канцерогенного риска для населения от потребления картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки

Поскольку основными загрязнителями картофеля в пределах территории интереса являются кадмий и свинец, зоны локализации неканцерогенного и канцерогенного риска совпадают. На территории г. Горки установлено наличие трех очагов высокого риска, которые в территориальном отношении сосредоточены в районе улиц Заслонова, Дзержинского, Молокова, Чапаева, Дворцовой и Соловьиной.

Стратегия управления риском для населения г. Горки вследствие загрязнения картофеля тяжелыми металлами предусматривает последовательное прохождение следующих этапов: сравнительная

оценка и ранжирование риска; определение уровней приемлемости риска; снижение и контроль риска; реагирование на риск, предусматривающее его избегание, смягчение либо принятие (рис. 3).



Рис. 3. Стратегия управления не канцерогенным и канцерогенным риском для населения от потребления картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки

Учитывая то, что риск для здоровья населения г. Горки от употребления картофеля, выращиваемого в пределах агроселитебных ландшафтов, при существующем уровне его загрязнения оценивается как средний, а в отдельных случаях как высокий и чрезвычайно высокий, а также то, что картофель составляет значительную долю в структуре рациона жителей городов и поселков городского типа в Республике Беларусь, целесообразным представляется информирование жителей об опасности и обеспечение мониторинга качества растениеводческой продукции, выращиваемой населением в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки. При распространении информации о риске необходимо принимать во внимание факт особенностей его восприятия целевой аудиторией, каковой являются жители г. Горки, как и любые другие обыватели в своем восприятии риска, ориентирующиеся не только на его количественные характеристики и возможные последствия для здоровья, но и на устойчивые сформировавшиеся стереотипы и часто ошибочно сформированное общественное мнение, что может привести как к недооценке, так и к переоценке риска.

Заключение

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов, выполненная посредством определения значений коэффициентов опасности отдельных элементов и суммарного индекса их опасности, свидетельствует о необходимости усиления контроля за содержанием в картофеле, выращиваемом в пределах агроселитебных ландшафтов г. Горки, кадмия, меди и свинца.

Суммарный уровень канцерогенного риска от употребления в пищу картофеля в течение жизни за счет таких канцерогенов, как Pb и Cd по международной критериальной шкале оценивается как средний риск, требующий динамического контроля и углубленного изучения источников и возможных последствий вредных воздействий для принятия соответствующих мер по управлению риском в направлении его минимизации.

Результаты выполненных исследований могут быть использованы для разработки стратегии управления риском для здоровья населения малых городов Республики Беларусь вследствие загрязнения картофеля тяжелыми металлами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г. Г. Онищенко, С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин [и др.] / под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2002. – 408 с.
2. Heavy metals toxicity and the environment / [P. B. Tchounwou, C. G. Yedjou, A. K. Patlolla, D. J. Sutton] // NIH-PA Author Manuscript. – 2012. – Vol. 101. – P. 133–164.
3. Надточий, П. П. Канцерогенный и не канцерогенный риск от употребления картофеля и овощей, выращиваемых в пределах агроселитебных ландшафтов г. Житомир / П. П. Надточий, Т. Н. Мыслыва, Ю. А. Белявский // Экологический вестник. – 2015. – № 1. – С. 80–87.
4. Zheng N. Health risk assessment of heavy metal exposure to street dust in the zinc smelting district, northeast of China / N. Zheng, J. Lui, Q. Wang // Science of the Total Environment. – 2010. – Vol. 408. – P. 726–733.

5. Ahmed, F. Trace metal concentrations in street dusts of Dhaka city, Bangladesh / F. Ahmed, H. Ishiga // *Atmospheric Environment*. – 2006. – Vol. 40. – P. 3835–3844.
6. Chonokhuu, S. Contamination and health risk assessment of heavy metals in the soil of major cities in Mongolia / S. Chonokhuu, Ch. Batbold, B. Chuluunpurev [et all] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 16. – P. 2552.
7. Harmanescu, M. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania / M. Harmanescu, L. M. Alda, D. M. Bordean [et all] // *Chemistry Central Journal*. – 2011. – Vol. 5(64). – P. 2–10.
8. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г. Г. Онищенко, С. М. Новиков, Ю. А. Рахманин [и др.] / под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. – М., 2002. – 408 с.
9. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, Т. А. Шашина [и др.] – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
10. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям. – [Электронный ресурс]: приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации №614 от 19 августа 2016 г. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420374878>. Дата доступа: 14.01.2022 г.
11. Рациональные нормы потребления пищевых продуктов. – [Электронный ресурс]: официального сайт Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию. – Режим доступа: <http://www.new.belproduct.com/o-centre>. Дата доступа: 14.01.2022 г.
12. Мысльва, Т. Н. Моделирование и прогнозирование пространственного распределения загрязнения тяжелыми металлами картофеля и овощей, выращиваемых на агроселитебных территориях / Т. Н. Мысльва, О. Н. Левшук // *Мелиорация*. – 2021. – № 3. – С. 85–98.
13. Картофель, питание и диета: название с экрана. – [Электронный ресурс]. – Секретариат Международного года картофеля; Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO). – Режим доступа: <http://www.fao.org/potato-2008/ru/potato/factsheets.html>.
14. Variation in heavy metal concentrations of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars / E. Öztürk, E. Atsan, T. Polat, K. Kara // *Journal of Animal and Plant Sciences*. – 2011. – Vol. 21(2). – P. 235–239.
15. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2019. – 264 с.
16. Савченко, О. В. Влияние загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами на здоровье детей дошкольного возраста / О. В. Савченко // *Экология человека*. – 2018. – № 3. – С. 16–20.
17. González, H. S. Heavy metals in soils and the remediation potential of bacteria associated with the plant microbiome / H. S. González, T. Ghneim-Herrera // *Frontiers in Environmental Science*. – 2021. – Vol. 9. – P. 1–15.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С УЧЕТОМ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

С. М. КОМЛЕВА

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

(Поступила в редакцию 31.01.2022)

В статье изложены методические подходы по организации использования земель сельскохозяйственных предприятий в условиях радиоактивного загрязнения их территории, включающие анализ существующего использования земель и степени их радиоактивного загрязнения; оценку ресурсного потенциала хозяйств; агро-, радиоэкологическое зонирование территории; обоснование направлений использования ресурсов в отраслях сельскохозяйственного производства с учетом природного потенциала и плотности радиоактивного загрязнения; обоснование специализации и установление перспектив развития производства на основе оптимизации структуры земель и посевов; совершенствование размещения производственных подразделений, хозяйственных центров, дорожной сети и т.д.; организацию земель; формирование эколого-технологически однородных рабочих участков; оценку пригодности рабочих участков для возделывания основных сельскохозяйственных культур; разработку вариантов размещения севооборотов и их оценку; устройство территории сельскохозяйственных земель; оценку экономической и экологической эффективности принятых проектных решений. Раскрыты теоретические основы разработки вопросов адаптивного землеустройства. Приведено содержание экономико-математической модели оптимизации структуры земель и посевных площадей, в качестве критерия оптимальности целевой функции которой принят максимум хозяйственного дохода (прибыли) при условии содержания радиоактивных веществ в производимой продукции в пределах допустимых в Республике Беларусь значений. Описана методика формирования рабочих участков с учетом типа, гранулометрического состава почв, степени их эродированности, каменности, загрязнения территории сельскохозяйственной организации радионуклидами, рельефа местности и др., в т. ч. с использованием материалов локальной ЗИС в цифровом виде. Предложена оценка сравнительной пригодности рабочих участков для возделывания основных сельскохозяйственных культур по почвенному плодородию, технологическим условиям, природоохранным и радиоэкологическим ограничениям. Раскрыты особенности организации и обоснования размещения посевов возделываемых культур по рабочим участкам с учетом степени загрязнения почв радионуклидами. Приведена система показателей оценки разработанных вариантов размещения севооборотов, включающая технические, экономические и радиоэкологические показатели.

Ключевые слова: эффективность использования, ресурсный потенциал, радиоэкологический фактор.

The article presents methodological approaches to the organization of land use of agricultural enterprises in the conditions of radioactive contamination of their territory, including an analysis of the existing land use and the degree of their radioactive contamination; assessment of the resource potential of farms; agro-, radioecological zoning of the territory; substantiation of directions for the use of resources in the branches of agricultural production, taking into account the natural potential and the density of radioactive contamination; substantiation of specialization and establishment of prospects for the development of production based on the optimization of the structure of land and crops; improving the placement of production units, economic centers, road network, etc.; land organization; formation of ecologically and technologically homogeneous working areas; assessment of the suitability of working sites for the cultivation of major crops; development of options for the placement of crop rotations and their assessment; arrangement of the territory of agricultural lands; evaluation of the economic and environmental efficiency of the adopted design solutions. Theoretical foundations for the development of issues of adaptive land management are disclosed. The content of the economic-mathematical model for optimizing the structure of lands and sown areas is given, as a criterion for the optimality of the objective function of which the maximum economic income (profit) is taken, provided that the content of radioactive substances in the manufactured products is within the permissible values in the Republic of Belarus. A technique for forming working areas is described, taking into account the type, granulometric composition of soils, the degree of their erosion, stoniness, contamination of the territory of an agricultural organization with radionuclides, terrain, etc., including the use of local land information systems data in digital form. An assessment of the comparative suitability of working areas for the cultivation of major agricultural crops in terms of soil fertility, technological conditions, environmental and radioecological restrictions is proposed. The features of the organization and justification of the placement of crops of cultivated crops in working areas are disclosed, taking into account the degree of soil contamination with radionuclides. A system of indicators for evaluating the developed options for the placement of crop rotations, including technical, economic and radio-ecological indicators, is given.

Key words: efficiency of use, resource potential, radioecological factor.

Введение

В сложившихся в результате аварии на Чернобыльской АЭС условиях особенностью ведения хозяйственной деятельности в Республике Беларусь является направленность на получение экологически «чистой» продукции, повышение ее конкурентоспособности и сокращение дозы внутреннего облучения населения, в т.ч. за счет потребления продуктов питания. Данный принцип достижения социальной безопасности и экономической эффективности был положен в основу Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на период до 2020 года

[3]. Однако на практике возникла необходимость внедрения дополнительных мер по переориентации сельскохозяйственных организаций с учетом специфических особенностей территорий и степени загрязнения почв радионуклидами с целью получения продукции с допустимым содержанием радиоактивных веществ.

Целью исследования является разработка методических подходов организации земель и рациональных севооборотов, адекватных сложившейся радиационной обстановке, и их территориального размещения.

Анализ литературных источников [1, 2, 4, 5, 12 и др.] показывает возможность деления всех имеющихся приемов по снижению уровня загрязнения конечной продукции на две большие группы. Первая группа включает общепринятые в агропромышленном производстве мероприятия, которые одновременно сохраняют и увеличивают плодородие почв, повышают урожайность и качество растениеводческой продукции, а также способствуют уменьшению перехода радиоактивных веществ из почвы в сельскохозяйственные культуры. Вторую группу составляют адаптивные технологии возделывания культур с применением специальных агрохимических и агротехнических приемов воздействия на почву.

К дополнительным мерам по ведению сельскохозяйственного производства в данных условиях хозяйствования относятся проводимые в Республике Беларусь мероприятия, которые в основном направлены на строго сбалансированное внесение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв, регулирование водного режима. Практика показывает, что они не имеют высокой результативности по многим причинам.

Изменение специализации производства сельскохозяйственных организаций как меры по реабилитации загрязненных территорий является затратным мероприятием, т.к. включает и потери от прекращения производства определенных видов продукции по радиэкологическим показателям и затраты на организацию нового производства. Вопрос о его осуществлении должен иметь тщательное экономическое и экологическое обоснование.

Однако совершенствование отдельных элементов сельскохозяйственного производства часто не приводит к общесистемному эффекту. Только адаптивное землеустройство и, в частности, внутрихозяйственная организация использования земель и устройство их территории, дает такую возможность на базе системного анализа.

В этой связи целью данного научного исследования явилась разработка методических положений организации экономически и экологически эффективного использования радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственных предприятий.

При этом основополагающим должен стать принцип «от общего к частному», предполагающий обоснованность принимаемых в данной области предложений в общем виде в схеме землеустройства административного района с последующей их конкретизацией для условий конкретных сельскохозяйственных предприятий в проектах внутрихозяйственного землеустройства.

Основная часть

Для решения поставленной задачи разработана методика, включающая: анализ существующего использования земель и степени их радиоактивного загрязнения; оценку ресурсного потенциала хозяйств (земельных, материально-технических, денежных ресурсов); агро-, радиэкологическое зонирование территории; обоснование направлений использования ресурсов в отраслях сельскохозяйственного производства с учетом природного потенциала и плотности радиоактивного загрязнения; обоснование специализации и установление перспектив развития производства на основе оптимизации структуры земель и посевов; совершенствование размещения производственных подразделений, хозяйственных центров, дорожной сети и т.д.; организацию земель (трансформацию, освоение, улучшение, закрепление луговых земель за скотом); формирование эколого-технологически однородных рабочих участков; оценку пригодности рабочих участков для возделывания основных сельскохозяйственных культур; формирование земельных массивов с однотипным использованием (группировку рабочих участков); разработку вариантов размещения севооборотов и их оценку; устройство территории сельскохозяйственных земель; оценку экономической и экологической эффективности принятых проектных решений.

Для оптимизации использования загрязненных радионуклидами земель целесообразно применение симплексного метода математического программирования. Для решения поставленной задачи разработана экономико-математическая модель, в качестве критерия оптимальности целевой функции которой принят максимум хозяйственного дохода (прибыли). В ЭММ вводятся ограничения по площа-

дям пахотных и других сельскохозяйственных земель с учетом плотности их загрязнения радионуклидами; по наличию трудовых ресурсов и общему размеру капиталовложений; по поддержанию бездефицитного баланса гумуса в почве; по агротехническим требованиям, предъявляемым к культурам и их рекомендуемому удельному весу в структуре посевных площадей; по балансу минеральных удобрений; по производству гарантированного объема товарной продукции и использованию кормов; а также по расчету объемов ежегодных производственных затрат хозяйства (без оплаты собственного труда). Важным моментом данной экономико-математической модели являются ограничения по степени радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, в основу которых положена необходимость содержания радионуклидов в произведенных видах продукции, ниже предусмотренных республиканскими допустимыми уровнями [8]. В результате ее решения определяются оптимальные площади и структура сельскохозяйственных земель и посевов возделываемых культур для каждой зоны радиоактивного загрязнения, отдельного производственного подразделения и хозяйства в целом.

Опыт производственной деятельности сельскохозяйственных организаций доказывает возможность получения дополнительной продукции со значительным снижением степени ее загрязнения радионуклидами в результате дифференцированного размещения севооборотов и культур с учетом микроклиматических, агроэкологических и радиационных особенностей территории, а также обеспечения растений лучшими предшественниками. В условиях радиоактивного загрязнения, кроме всестороннего учета агротехнических, агрохимических, технологических и других особенностей земель, необходимо принимать во внимание степень поглощения и накопления радионуклидов различными сельскохозяйственными культурами, хозяйственное их использование, технологии выращивания на территориях с разной плотностью загрязнения, требовательность к природной среде, трудоемкость и т.д.

Решение вопроса размещения посевов сельскохозяйственных культур целесообразно вести расчетно-вариантным и экономико-математическим методами. В основу организации севооборотов должен быть положен эколого-технологически однородный рабочий участок.

При формировании рабочих участков целесообразно использовать обновленный планово-картографический материал, почвенную карту, результаты кадастровой оценки земель, агроэкологического зонирования территории хозяйства, материалы технической инвентаризации мелиорированных земель и др. При наличии локальной ЗИС в цифровом виде могут быть использованы также: границы и атрибутивная информация о пахотных, улучшенных луговых землях, землях под постоянными культурами (слой «Земельное покрытие» (Land)); границы и атрибутивная информация о мелиорированных землях (слой «Мелиоративное состояние земель» (Melio)); границы и атрибутивная информация о почвенном покрове (слой «Почвы» (Soil)); границы и атрибутивная информация об ограничениях в использовании земель (слой «Ограничения использования» (Serv)); границы и атрибутивная информация об объектах, расположенных на рабочих участках (слои «Коммуникации» (Comm), «Внемасштабные объекты и символы» (Obj), «Аннотации» (Text)).

Могут использоваться также агрохимические карты в цифровом виде. Рабочие участки с применением ГИС-технологий формируются в результате проведения оверлейных операций между различными слоями. Сформированные рабочие участки анализируются на предмет их агротехнической пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур и радиоэкологической допустимости по содержанию радионуклидов в конечной продукции. Такая оценка выполняется по почвенному плодородию, технологическим условиям, природоохранным и радиоэкологическим ограничениям [7].

Сравнительная пригодность рабочих участков для возделывания сельскохозяйственных культур по радиоэкологическим условиям устанавливается с использованием разработанных нами оценочных шкал в зависимости от типа почв и плотности их загрязнения радиоцезием. В их основу положен расчет степени загрязнения земель, при которой содержание нуклида в продукции не превышает допустимых норм, исходя из регламентированных Республиканскими допустимыми уровнями максимальных концентраций радионуклидов в продукции растениеводства и значений коэффициента их перехода в урожай основных культур.

В результате сравнительной оценки рабочих участков проводится их эколого-технологическая группировка с определением для каждой группы площади и возможного для возделывания состава культур с учетом рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства в различных зонах радиоактивного загрязнения и видовых различиях растений в поглощении радиоизотопов из почвы [10].

Далее создается информационная база данных земельных ресурсов хозяйства. Она представляет собой комплексную характеристику участков обрабатываемых земель и предназначается для решения с помощью ПЭВМ практических вопросов управления сельскохозяйственным производством. В

содержание комплексной характеристики участков обрабатываемых земель входят следующие показатели: нормативная урожайность сельскохозяйственных культур; нормативные затраты на выполнение полевых механизированных работ при возделывании сельскохозяйственных культур; нормативная себестоимость единицы продукции; нормативный чистый доход с единицы площади; оптимальное размещение посевов сельскохозяйственных культур с учетом качества земель, благоприятности предшественников, фитосанитарных требований и радиозэкологических условий.

Обоснование размещения посевов сельскохозяйственных культур предусматривает оценку альтернативных решений по системе технических, экономических и радиозэкологических показателей. В состав технических показателей можно включить: количество севооборотов, полей и рабочих участков; среднюю площадь поля и рабочего участка (P_{cp}); средневзвешенное расстояние до полей севооборота (R); условную рабочую длину гона (L); рабочий уклон по севообороту (i_p); прогнозный вынос радиоцезия с урожаем (A_{np}) и др. Экономическую оценку разработанных вариантов целесообразно осуществлять по суммарному доходу. С целью учета радиозэкологического фактора выполняется оценка рабочих участков по суммарному уровню загрязнения единицы урожая сельскохозяйственных культур [6].

$$A = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J A_{ij} \cdot P_{ij} \rightarrow \min,$$

где A – суммарный среднегодовой уровень накопления радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур по севообороту, Ку/кг; A_{ij} – уровень накопления радионуклидов при возделывании 1 га i -й сельскохозяйственной культуры на j -м рабочем участке, Ку/кг; P_{ij} – площадь, занимаемая i -й культурой на j -м рабочем участке, га; t – число лет ротации севооборота или размещения посевов культуры; i – индекс видов сельскохозяйственных культур; j – индекс рабочих участков; I – множество видов сельскохозяйственных культур; J – множество рабочих участков.

При решении вопроса о закреплении луговых земель за фермами и группами сельскохозяйственных животных необходимо принять во внимание радиозэкологический фактор. Пригодность рабочих участков для организации выпаса скота должна устанавливаться, исходя из предъявляемых к ним требований сформированных выпасных групп по удаленности от ферм, степени увлажнения, составу травостоя, а также степени их загрязнения радионуклидами. Для выпаса скота личной собственности необходимо выделять луговые участки, плотность загрязнения которых Cs-137 не превышает 2 Ку/км² [9]. Выпас молочного стада рекомендуется проводить на культурных луговых землях с плотностью загрязнения радиоцезием менее 3 Ку/км² [9]. При отсутствии участков луговых земель с такой степенью загрязнения необходим перевод коров на стойлово-выгульный способ содержания, что позволит в 2,2 раза уменьшить концентрацию радиоцезия в молоке по сравнению с традиционным пастбищным содержанием. Естественные луговые земли с плотностью загрязнения до 15 Ку/км² закрепляются за выпасными группами ремонтного молодняка, рабочего и мясного скота с обязательным последующим заключительным откормом последних на «чистых» кормах [9].

Предложенные методические подходы апробированы на примере типичных хозяйств Могилевской области Республики Беларусь.

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что:

- организация использования радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственных предприятий должна носить комплексный характер и представлять собой научно обоснованную систему мероприятий, обеспечивающих получение экологически «чистой» сельскохозяйственной продукции, повышение культуры земледелия, внедрение адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур;

- ее содержание должно включать вопросы внутрихозяйственного землеустройства, системы земледелия, животноводства, рабочего проектирования отдельных мероприятий по улучшению земель, защите их от повторного загрязнения радионуклидами и эрозии, инженерному оборудованию территории и строительству различных объектов, решаемые в проекте землеустройства с использованием, как известных методик, так разработанных нами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко, Н. Н. Оценка эффективности противорадиационных мероприятий в сельском хозяйстве / Н. Н. Антоненко, Т. А. Крылович // Экологические вопросы развития сельского хозяйства Республики Беларусь: межведомственный темат. сб. / БелНИИЭП АПК. – Минск, 1993. – Вып.22. – С. 174–181.

2. Богдевич, И. М. Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции / И. М. Богдевич, В. А. Щербаков // Известия Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1997. – N1. – С. 30–40.

3. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 годы и на период до 2020 года: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 декабря 2010 г., № 1922 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 133 с.
4. Давыдчук, В. С. Географическая поддержка радиоэкологических исследований в зоне аварии на ЧАЭС / В. С. Давыдчук // Радиология: успехи и перспективы: Материалы науч. семинара, 3–7 октября 1994 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т радиологии и агроэкологии. – Севастополь, 1994. – С. 40–41.
5. Дембрицкий, М. Ф. Изменение радиоактивности почв и растений за счет изотопа К-40 под влиянием удобрений / М. Ф. Дембрицкий, Н. Н. Ивахненко, Т. П. Шапшеева // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экономических условиях: Материалы первого съезда Белорус. о-ва почвоведов / Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 1995. – С. 123–128.
6. Колмыков, В. Ф. К обоснованию размещения посевов сельскохозяйственных культур на радиоактивно загрязненных землях / В. Ф. Колмыков, С. М. Панасенко // Тез. докл. на науч.-практич. конф. профессорско-преподавательского состава ГУЗ по итогам НИОКР за 1997 год, 13–15 апреля 1998г. / Гос. ун-т по землеустройству. – М., 1998. – С. 71–72.
7. Колмыков, В. Ф. Учет радиоэкологического фактора при организации использования пахотных земель / В. Ф. Колмыков, С. М. Панасенко // Белорусское село: прошлое, настоящее, будущее: Тематич. сб. материалов междунар. науч.-производ. конф. – Горки, 1996. – Ч.2. – С. 373–376.
8. Колмыков, В. Ф. Оптимизация использования земель в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ф. Колмыков, С. М. Яковцова: материалы междунар. научно-производ. конф. – Горки, 2000. – С. 46–52.
9. Радиоактивное загрязнение почв Брянской области / Г. Т. Воробьев, Д. Е. Гуганов, З. Н. Маркина и др. – Брянск: Грани, 1994. – 149 с.
10. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы // Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, РНИУП. – Минск, 2012. – 124 с.
11. Фирсакова, С. К. Луговые биоценозы как критические радиоэкологические системы и принципы ведения лугового водства в условиях радиоактивного загрязнения: Автореф. дис. ... д-ра биолог. наук: 03.00.01 / Всесоюзный науч.-исслед. ин-т с.-х. радиологии. – Обнинск, 1992. – 60 с.
12. Чернобыльская катастрофа: Причины и последствия (Эксперт. заключение). В 4-х Ч. Ч.3: Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Республики Беларусь. / под ред. В. Б. Нестеренко. – Минск: Скарына, 1992. – Ч. 3. – 207 с.

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 355.233.231.1:[378.095:63]

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ И ПАТРИОТИЗМА СТУДЕНТОВ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ АГРАРНОГО ВУЗА (ПО МАТЕРИАЛАМ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА)

Н. Г. ТРАПЯНОК

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

(Поступила в редакцию 20.01.2022)

По результатам анкетного опроса в статье дается социологическая оценка формированию гражданской ответственности и патриотизма студентов в информационном пространстве аграрных вузов. Обосновывается значимость применения в гражданско-патриотическом воспитании комплексного подхода, основанного на сочетании инновационных и традиционных форм.

Ключевые слова: *молодежное сознание, гражданственность, патриотизм, информационное пространство, социальные сети, компьютерные технологии.*

Based on the results of a questionnaire survey, the article gives a sociological assessment of the formation of citizenship and patriotism of students in the information space of agrarian universities. The author substantiates the importance of using an integrated approach in civil-patriotic education based on a combination of innovative and traditional forms.

Key words: *youth consciousness, citizenship, patriotism, information space, social networks, computer technologies.*

Введение

Программой патриотического воспитания населения Республики Беларусь на 2022–2025 годы определено: «строительство и укрепление независимого белорусского государства, обеспечение дальнейшей консолидации белорусского общества требуют выработки целостной системы патриотического воспитания, которая должна основываться на историческом опыте белорусской нации, духовных и моральных традициях, ценностных убеждениях и ориентирах, составляющих основу менталитета белорусов, таких базовых принципах современного этапа государственного строительства Беларуси, как «Единство. Развитие. Независимость» [5]. Приоритетным направлением деятельности учреждений высшего аграрного образования является воспитание гражданской ответственности и патриотизма у студенческой молодежи как неперемennого условия формирования социально активной, духовно зрелой и профессионально компетентной, ответственной, открытой к инновациям, приверженной высоким нравственным идеалам и традиционным ценностям личности.

Современное поколение студенчества заметно отличается от поколений своих предшественников. Нынешние студенты выросли в период системной трансформации: экономических отношений и демократических институтов, отказа от прежней идеологии и перехода к информационному обществу. Проникновение информатизации и компьютерных технологий во все сферы общества глубоко затронуло и студенческую жизнь. Одним из недостатков сложившейся до недавнего времени в образовательных учреждениях практике воспитания студенческой молодежи было то, что изучению их влияния и учету в воспитательной работе не уделялось достаточного внимания.

С целью изучения воздействия различных факторов, включая информационные, на процесс формирования гражданского и патриотического сознания студенческой молодежи в ноябре–декабре 2021 г. лабораторией социологических исследований совместно с межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования БГСХА проведен опрос студентов в 4 аграрных вузах Минсельхозпрода (декабрь 2021 г., n = 1165) [1]. С некоторыми из его результатов и выводами, сделанными по ним, представляется возможным ознакомить, что послужило основанием написания данной статьи.

Основная часть

Гражданско-патриотическое воспитание студентов в вузе протекает в условиях формирующейся в нем информационной среды и под воздействием различного рода внешних факторов. Очевидно, что

на сознание и поведение студенческой молодежи влияют мощные внешние информационные потоки и ресурсы. Поэтому первый вопрос, который был адресован респондентам, касался того, из каких источников они чаще узнают новости, получают новостную информацию. Опрос показал (рис. 1), что среди таких источников 1-е ранговое место занимают Интернет-ресурсы – им отдает предпочтение двое из каждых трех студентов (68 %).

В современном мире глобальная сеть существенно раздвинула горизонты возможностей человечества в получении информации и объединяет на сегодняшний день в себе масштабные новостные, развлекательные, образовательные и др. порталы. Используя IT-технологии и работая по принципу «всё в одном», она значительно сокращает время и силы на поиск, размещение, переработку и усвоение информации, и студенты отдают предпочтение сетевым ресурсам.

Следующие ранговые места (2-е и 3-е) в рейтинге предпочтений студентов разделили между собой традиционные СМИ и социальные сети (58,1 % и 57,3 % соответственно); различия не значимы для $n=1165$ $F=0,390$, при $\alpha=0,05$).

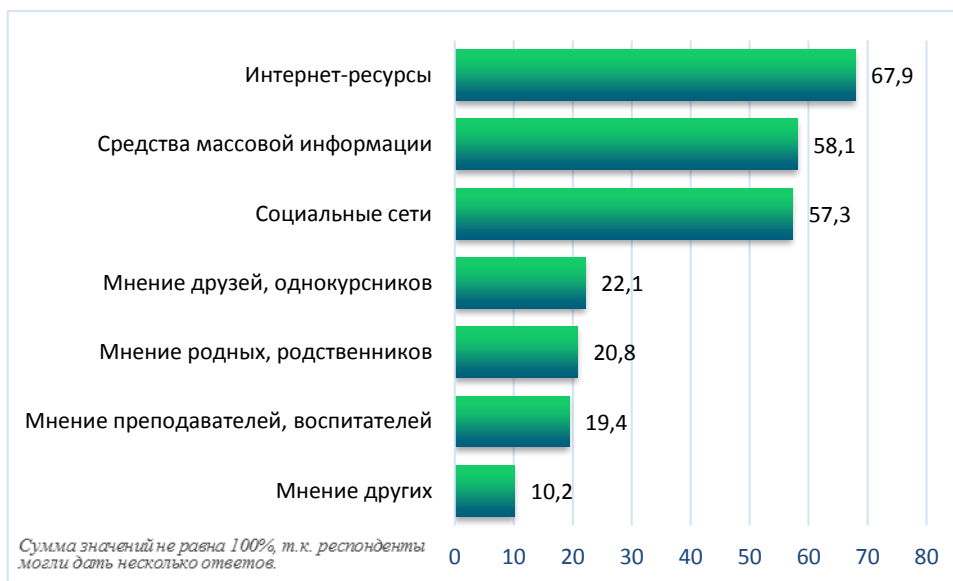


Рис. 1. Распределение ответов студентов по предпочитаемым ими источникам новостной информации, в %

Следует отметить, что одним из наиболее популярных и быстрорастущих сегментов Интернета являются компьютерные социальные сети, функционирующие на онлайн-платформе, предназначенной для организации и построения информационно-коммуникационных взаимодействий пользователей, и студенческая молодежь охотно доверяет им, предпочитая другим.

Мнение социального окружения (друзей, родных, однокурсников, педагогов) оказалось в этих вопросах менее значимым, занимая в студенческом рейтинге последние ранговые места. Студентов прежде всего интересуют важнейшие новостные события в мире (60 %) и стране (39 %) и, разумеется, такую информацию они хотят получать из наиболее компетентных и достоверных источников (рис. 2).

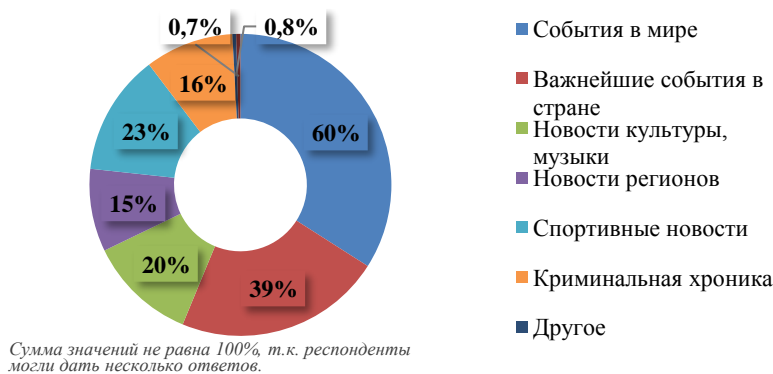


Рис. 2. Распределение ответов студентов по позициям, отражающим их предпочтения в выборе новостных программ, в %

Надо признать, что современные средства массовых коммуникаций (СМК) потеснили традиционные СМИ, некогда безраздельно господствовавшие в мультимедийном пространстве. Сегодня СМК в чем-то не уступают, а во многом и превосходят СМИ – в массовости, скорости подачи, зрелищности, остроте и

актуальности предоставляемой информации, возможности выражения пользователями собственной позиции, завязывания отношений, расширения круга знакомств, обмена мнениями, оценками, предпочтениями с последующим обсуждением в чатах мессенджеров, блогах, на форумах, конференциях и др. Благодаря этому студенты вовлекаются в интеллектуальные онлайн проекты, состязания, выставки, фестивали, которые освещаются на электронных сайтах, становятся равноправными участниками дистанционных конкурсов (рисунок, эссе, литература, фотография и др.). При опросе подтвердили свое участие в таких фестивалях, конкурсах и признали интересными 29 % респондентов.

Патриотизму нельзя научить, если не показывать молодежи образцы искренней любви и преданности родной земле, бережного отношения к прошлому, не прививать уважение к традициям и ценностям многих поколений людей и не подкреплять слова конкретными делами. Встречи с интересными людьми всегда яркие, запоминающиеся, эмоционально насыщенные, несут гораздо больший воспитательный потенциал, чем просто беседы с педагогом или прочтение учебников и книг. Поэтому на вопрос анкеты: «*Какие мероприятия по формированию гражданской ответственности и патриотизма в студенческой среде Вашего вуза Вы считаете наиболее интересными?*» – 1-е место по частоте выборов заняли творческие вечера, встречи с интересными людьми, на это указали 38 % респондентов (рис. 2). Прививать молодежи гражданственность нужно и на конкретных примерах из окружающей жизни. Так у нее формируется чувство сопричастности с происходящими событиями, стремление сохранить и приумножить историко-культурное наследие прошлых лет.

С другой стороны, цифровая трансформация всей информационной сферы, возрастающее влияние современных ИКТ и IT-технологий на сознание студенческой молодежи актуализируют необходимость сосредоточения усилий по гражданско-патриотическому воспитанию и в медийном пространстве. Второе ранговое место по частоте выборов респондентами заняли компьютерные игры, интернет-викторины, веб-квесты и т.д. – 36 % опрошенных отразили это в своих анкетах.



Рис. 2. Распределение ответов студентов при выборе мероприятий, которые они считают наиболее интересными, в %

Применение IT-технологий открыло большие возможности и для воспитательной работы со студентами: позволяет ненавязчиво, через удовлетворение познавательных, игровых, гедонистических, эстетических и др. социальных потребностей вовлечь молодое поколение в воспитательный процесс, сделать его более эффективным, оказывая стимулирующее воздействие на интеллект, чувства и поведение молодых людей. Подавляющее большинство из них владеет компьютером, хорошо ориентируется в информационном пространстве, но далеко не всегда может разобраться в потоке информации, дать ей правильную оценку, особенно в ситуациях, когда нормы четко не прописаны или кому-то представляется, что таковых нет. В результате усиливается риск социальной дезориентации, разрыва с социальными институтами и обществом в целом [3]. И здесь неоценима помощь педагогов, прежде всего преподавателей социально-гуманитарных дисциплин, занятия (лекции, семинары, практические) с которыми признали интересными 27 % участников опроса, больше всего в БГАТУ – 37 %, меньше всего в БГСХА – 17 % (табл.).

Распределение ответов респондентов по вузам при выборе мероприятий, которые они считают наиболее интересными? (в % от числа опрошенных)

Варианты ответов	БГАТУ	БГСХА	ВГАВМ	ГГАУ
Творческие вечера, встречи с интересными людьми, ветеранами Великой Отечественной войны	32,3	43,3	41,7	30,3
Фестивали, конкурсы патриотической направленности	35,4	24,9	35,6	20,4
Учебные занятия по дисциплинам социально-гуманитарного цикла	37,1	17,2	29,2	24,2
Тематические лекции и научные конференции	17,7	12,4	25,9	19,9
Интеллектуальные игры, веб-квесты, интернет-викторины	23,3	41,5	32,0	44,1
Деятельность патриотических клубов, объединений, гражданских инициатив	31,8	11,7	4,1	10,9
Наличие специальной рубрики, раздела гражданско-патриотического содержания на сайте вуза	25,6	3,7	3,2	6,6
Другое	3,3	1,7	0,4	0,0
Нет ответа	2,0	2,7	2,0	1,0

Как отмечает ряд авторов, в молодёжном сознании самым причудливым образом сочетаются противоречащие друг другу черты и тенденции: стремление к идентификации и обособление, конформизм и негативизм, подражание и отрицание общепринятых норм, стремление к общению и уход, отрешённость от внешнего мира [4; 5]. Подобного рода двойственность положения молодёжи в обществе, а также социальные, психологические и физиологические особенности её развития закономерно проявляются и в ее поведении.

Это также нашло отражение и в результатах опроса. Так, отвечая на вопрос анкеты: «*Какие асоциальные явления в молодежной среде получили наибольшее распространение в последние годы?*» – половина опрошенных (50 %) отметила «уход» в Интернет и компьютерную зависимость, 40 % – хамство и сквернословие, одна треть (33 %) – никотиновую зависимость, табакокурение. Из положительных тенденций, которые наблюдаются в молодежной среде в последние годы студенты опять же выделяют: увеличение числа молодых людей, ведущих здоровый образ жизни (50 %), повышение культуры общения (35 %), рост социальной и гражданской ответственности (29 %).

Данные опроса фиксируют эту двойственность позиций и амбивалентность оценок, сосуществующих в менталитете молодых людей, и что студенческая молодежь в этом плане не является исключением. Студенчество, как особая социальная группа, сталкивается с рядом общих молодежных проблем в процессе своего профессионального и социального становления. Неудавшаяся социализация является одной из главных причин девиантного поведения в молодежной среде. Результаты опроса еще раз подтвердили тезис, что формированию мировоззрения и системы базовых ценностей студенческой молодежи должно уделяться первостепенное значение. Гражданско-патриотическое воспитание призвано здесь сыграть свою ключевую роль, задавая ей правильные ценностные ориентиры.

Однако не только на усвоении знаний по дисциплинам социально-гуманитарного цикла основывается формирование гражданственности и патриотизма студентов. Требуется акцентирование гражданственности и обогащение патриотической проблематикой всех дисциплин учебного плана, но не только это. Весомый вклад в пропаганду и агитацию студенческой молодежи должны внести и акции, проводимые в вузах патриотическими клубами, движениями, а также тематические лекции и конференции, но, к сожалению, только каждый шестой опрошенный (16 %) считает их интересными. В условиях цифровой трансформации образования особое значение приобретает наличие на сайте вуза рубрик и сведений гражданско-патриотического содержания, но на данный момент их признают интересными 10 % опрошенных.

Необходимы усилия всех участников воспитательного процесса: с мотивационно-практической стороны – общественных молодежных организаций, клубов и объединений по интересам, органов студенческого самоуправления; с ценностно-мировоззренческой, социокультурной – посещение выставок, музеев, памятных мест и мест боевой славы, встречи с интересными людьми, тематические лекции, семинары и др. Воспитание гражданственности и патриотизма не преподается и она не формируется отдельным учебным курсом или специальным органом (структурным подразделением), а достигается путем создания соответствующей атмосферы, пронизывающей всю информационную среду учебного заведения, включая работу с семьей, родителями.

Основными направлениями педагогической деятельности по формированию у студентов аграрных вузов гражданственности и патриотизма должны стать:

пропаганда и распространение знаний о содержании и сущности гражданственности и патриотизма, привитие обучающимся уважения к историко-культурному наследию белорусского народа;

воспитание уважительного отношения к государственным символам (гербу, флагу, гимну Республики Беларусь) и органам власти страны;

формирование у студентов морально-психологической и физической готовности к выполнению ими конституционной обязанности по защите Родины, уважения к защитнику Отечества, воину;

повышение воспитательного потенциала учебных дисциплин, прежде всего, социально-гуманитарного цикла по формированию нравственной, правовой и политической культуры студенчества;

стимулирование интереса к изучению истории родного края, формирование бережного отношения к его природе и историческому прошлому;

неприятие экстремизма, национальной, религиозной, иной социальной вражды и нетерпимость к их проявлениям;

развитие общественно полезной и социально значимой деятельности студентов, педагогическая поддержка молодежных общественных объединений и студенческого самоуправления.

Заключение

Сегодня нужны новые подходы, позволяющие связать гражданско-патриотическое воспитание с реалиями современной жизни, преодолеть его оторванность, обеспечив поиск, разработку и вариативность применения различных форм и методов работы, а также полноценную информированность всех участников и организаторов воспитательного процесса о его ходе и результатах. В информационном пространстве вуза инновационные технологии в сочетании с традиционными должны стать не только средством реализации различных мероприятий, но и надежным инструментом педагогического мониторинга в области гражданско-патриотического воспитания студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа патриотического воспитания населения Республики Беларусь на 2022 – 2025 годы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://edu.gov.by/programma-patrioticheskogo-vozpitanija/> – Дата доступа: 03.01.2022.

2. Трапянок, Н. Г. Формирование гражданственности и патриотизма в студенческой среде аграрного вуза: социологическое измерение / Н. Г. Трапянок, Е. И. Сарвино, Е. И. Вильдфлуш. – Горки: БГСХА, 2022.

3. Меркулов, П. А. Молодежь как основной ресурс «Цветных революций» и борьба за нее / П. А. Меркулов // Власть. 2015. №6. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-kak-osnovnoy-resurs-tsvetnyh-revolutsiy-i-borba-za-nee>. Дата обращения: 18.01.2022.

4. Чупров, В. И. Методология целостного подхода в социологии молодежи / В. И. Чупров, Ю. А. Зубок // Россия реформирующаяся: Ежегодник – 2005 / Отв. ред. Л. М. Дробижева. – М.: Ин-т социологии РАН, 20064.

5. Зубок, Ю. А. Проблема социального развития молодежи в условиях риска / Ю. А. Зубок // Социологические исследования. – 2003. – №10. – С. 42–43.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

УДК [378.096 : 63] : 332.2(09)(476)

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КАФЕДРЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

С. М. КОМЛЕВА

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

(Поступила в редакцию 31.01.2022)

Одной из важнейших задач современного землеустройства является организация рационального использования и охраны земельных ресурсов Республики Беларусь. В большой степени ее решение тесно связано с претворением в жизнь грамотных землеустроительных проектных разработок в области распределения земель между отраслями народного хозяйства, отдельными юридическими и физическими лицами, организации эффективного природопользования и сельскохозяйственного производства.

Наиболее сложной частью землеустроительного процесса, в результате которого рождаются проекты землеустройства, является землеустроительное проектирование – основной этап в подготовке инженера-землеустроителя. Обучение искусству «творения проектов» студенты проходят на кафедре землеустройства, которая на протяжении более чем девяти десятилетий является профилирующей выпускающей кафедрой землеустроительного факультета. При этом им приходится использовать весь арсенал знаний, полученных при изучении дисциплин на других кафедрах вуза.

Кафедра землеустроительного проектирования организована в 1927 году и переименована в кафедру землеустройства в 2001 году.

Ее первым заведующим был профессор В. В. Попов. В 1939–1941 годах кафедру возглавлял профессор К. Н. Сазонов.

В послевоенный период работа кафедры была возобновлена под руководством профессора В. И. Васильченко, который внес существенный вклад в развитие теории и практики планировки и благоустройства сельских населенных пунктов. Им был разработан генплан г. Горки.

Яркий след в истории кафедры оставил профессор Ф. К. Куропатенко, возглавлявший ее с 1949 по 1971 годы. В этот период на кафедре развернуты научные исследования в области картографии, организации рационального использования сельскохозяйственных территорий республики и других аспектов теории и практики землеустроительного проектирования. По результатам исследований опубликовано более 40 монографий и сборников научных трудов. В 1969 году была разработана первая в стране генеральная схема организации территории административного района (на примере Горецкого района Могилевской области). Созданный при кафедре отдел организации территории многие годы проводил исследования путей и методов улучшения лессово-западинных земель. Под руководством Ф. К. Куропатенко подготовлено 20 кандидатских диссертаций, что позволило создать сильный работоспособный коллектив, включающий кандидатов наук, доцентов И. М. Стельмашонка, А. Д. Корженевского, В. К. Кильчевского, В. А. Быстрова и др.

Весомый вклад в развитие кафедры внесли доценты В. К. Кильчешский (1971–1984 годы), Ф. А. Воробьев (1984–1989 годы), профессора В. Ф. Колмыков (1989–2004 годы), доцент А. В. Колмыков (2004–2010 годы). В настоящее время заведующим кафедрой землеустройства является кандидат экономических наук, доцент С. М. Комлева.

В 1994 году на факультете образована кафедра кадастра и земельного права, на которую перешел ряд преподавателей и переданы несколько дисциплин.

Под руководством В. Ф. Колмыкова создана научная школа по землеустройству, получившая признание в Республике Беларусь и за рубежом, и включающая вопросы управления земельными

ресурсами, организации энергетически эффективного использования сельскохозяйственных земель, сельское расселение и др. В 1974 году им разработан проект мемориального комплекса «Скорбящая мать», который построен непосредственно под его техническим руководством на территории академического городка.

В 1981–1985 годах на кафедре разработаны методики обоснования структуры посевных площадей, размещения посевов сельскохозяйственных культур, количества и рациональных площадей севооборотов, системы расселения.

С 1986 по 1991 год кафедра занималась усовершенствованием размещения животноводческих ферм и комплексов, организации земель и севооборотов, обеспечивающих эффективное использование и охрану земель сельскохозяйственных организаций Могилевской области. Разработанные при этом методики и рекомендации внедрены в производство.

В 1996–1997 годах кафедра участвовала в подготовке Государственной программы охраны и рационального использования земель, проекта Кодекса Республики Беларусь о земле.

В настоящее время сотрудниками кафедры ведутся научные исследования по инициативной тематике «Разработка научных и методологических основ землеустройства» (зарегистрирована в ГУ «БелИСА» в 2021 году), результаты которых публикуются в статьях, докладываются на различных научно-практических конференциях, в т. ч. и на организуемых на кафедре с приглашением представителей Комитета по имуществу Республики Беларусь, Республиканского унитарного предприятия «Проектный институт Белгипрозем» и его областных дочерних предприятий.

Кафедра проводит занятия на землеустроительном факультете по 20 специальным дисциплинам: межхозяйственное землеустройство, подготовительные и обследовательские работы при внутрихозяйственном землеустройстве, организация земель и севооборотов, устройство территории сельскохозяйственных земель, землеустройство, инженерное оборудование территории, организация и устройство территории сельских населенных пунктов, прогнозирование и планирование использования земельных ресурсов, региональные особенности землеустройства, землеустройство крестьянских (фермерских) хозяйств и др. На агрономическом и агроэкологическом факультетах преподается дисциплина «Землеустройство». Преподаватели руководят подготовкой магистерских диссертаций, курсовым и дипломным проектированием, учебной и производственными практиками, научно-исследовательской работой студентов. В учебном процессе широко используются компьютерные технологии и современное программное обеспечение, включая специальные программы, широко применяемые в землеустроительной практике. Ежегодно под руководством преподавателей кафедры землеустройства готовятся 30–40 дипломных проектов, 6–7 студенческих работ на республиканский конкурс. На кафедре введено практико-ориентированное обучение студентов.

За последние 5 лет по результатам научно-исследовательской работы преподавателями изданы 3 монографии и 4 рекомендации производству.

На протяжении всего периода деятельности кафедра наращивала свой научный, кадровый и учебно-методический потенциал. Однако к концу 80-х годов ее развитие несколько замедлилось, достигли пенсионного возраста ведущие преподаватели, прекратилась подготовка аспирантов. Необходимость совершенствования учебного процесса потребовала проведение активной кадровой политики. Поэтому с начала 90-х годов и по настоящее время на кафедре возобновлен набор в аспирантуру, проводится работа по пополнения штата кафедры за счет опытных работников организаций по землеустройству и лучших выпускников факультета. Преподаватели кафедры повышают свою квалификацию на специальных курсах, проходят стажировку в организациях, подведомственных Государственному комитету по имуществу Республики Беларусь. С 2010 года действует магистратура по специальности «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель», выпускникам которой присваивается степень магистра сельскохозяйственных и технических наук. В 2012 году доцентом кафедры Е. В. Горбачевой успешно защищена кандидатская диссертация, в 2014 году доцентом А. В. Колмыковым – докторская диссертация.

Коллектив кафедры за последние 5 лет существенно пополнился молодыми сотрудниками и в настоящее время работает в следующем составе: профессор – А. В. Колмыков, доценты – С. М. Комлева (заведующий кафедрой), И. М. Швед, Т. А. Запрудская; старшие преподаватели – С. В. Радченко, Ю. А. Кухарева (магистр с.-х. и тех. наук), Е. В. Пшибыш; ассистенты – А. А. Базекина, А. Н. Авдеев.

В настоящее время на кафедре ведется подготовка двух кандидатских диссертаций, планируется

поступление в аспирантуру Ю. А. Кухаревой.

Коллективом кафедры активизирована работа по усилению материально-технической базы и совершенствованию учебного процесса в связи с введением новых стандартов по специальностям 1-56 01 01 Землеустройство и 1-56 01 02 Земельный кадастр.

Коллектив кафедры ведет активную учебно-методическую работу. За последние 5 лет сотрудниками кафедры подготовлены: 15 электронных учебно-методических комплексов, 5 учебно-методических комплексов для самостоятельной работы студентов, 1 учебное пособие с грифом МО, 7 учебно-методических пособий с грифом УМО, 31 учебная программа, 37 методических указаний, используемых в учебном процессе.

В настоящее время кафедра землеустройства видит свою задачу в подготовке высококвалифицированных кадров для факультета и землеустроительного производства, дальнейшем развитии научно-исследовательской работы, совершенствовании методических подходов преподавания дисциплин в соответствии с требованиями времени на основе оптимального сочетания опыта и знаний старейших сотрудников кафедры с талантом и энергией молодых.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

**ПАМЯТИ ТАЛАНТЛИВОГО УЧЕНОГО,
ЗАМЕЧАТЕЛЬНОГО ПЕДАГОГА И ЧЕЛОВЕКА
(к 100-летию со дня рождения В. К. Кильчевского)**

А. В. КОЛМЫКОВ, О. Н. ПИСЕЦКАЯ, А. В. СВИТИН

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

(Поступила в редакцию 23.01.2022)



1 февраля этого года исполнилось 100 лет со дня рождения Владимира Кононовича Кильчевского – видного ученого и специалиста в области землеустройства и землеустроительной науки, заслуженного работника высшей школы БССР, почетного профессора Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, участника Великой Отечественной войны, воспитавшего не одно поколение выпускников землеустроительного факультета академии.

Владимир Кононович родился в деревне Задубье Кормянского района Гомельской области в семье крестьянина. В 1940 г. окончил Кормянскую среднюю школу. В 1941–1943 гг., находясь на оккупированной территории, вступил в подпольную группу, был связным партизанского отряда. В 1943 г. ушел в 256-й партизанский отряд Журавичской партизанской бригады, был командиром пулеметного расчета. В октябре 1943 г. служил в 479 Отдельной разведывательной роте 1312 стрелкового полка

17-стрелковой дивизии в качестве рядового, командира отделения разведки, делопроизводителя разведотдела штаба дивизии Первого Белорусского фронта.

В 1946 г. был демобилизован и поступил на землеустроительный факультет Белорусской сельскохозяйственной академии. Учился хорошо, несмотря на длительный перерыв в учебе после окончания школы. Три года был председателем студенческого профкома, трижды избирался секретарем комсомола академии. В 1951 году окончил с отличием академию по специальности «Землеустройство».

Трудовую деятельность в академии он начал с 1951 г. ассистентом, продолжил старшим преподавателем, доцентом, а с 1980 г. – профессором кафедры земпроектирования. С 1971 по 1984 гг. являлся заведующим этой кафедры. В период с 1964 по 1971 г. был избран деканом землеустроительного факультета.

В 1958 г. в Московском институте землеустройства защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата экономических наук на тему «Организация кормовых угодий и севооборотов в колхозах Горецкого района Могилевской области Белорусской ССР».

В 1961 г. ему было присвоено ученое звание доцента. Читал лекции по ряду курсов, в том числе по земпроектированию и научным основам землеустройства.

Владимир Кононович принимал активное участие в создании и развитии белорусской землеустроительной науки, которая во второй половине XX века по общему признанию занимала достойное место в бывшем Советском Союзе.

Владимир Кононович – автор 10 монографий и 110 научно-методических работ. Его идеи и результаты научных исследований в области межхозяйственного и внутрихозяйственного землеустройства нашли практическую реализацию при организации и устройстве территории сельскохозяйственных предприятий. Профессор В. К. Кильчевский разработал и дал научное обоснование основным методам землеустроительного проектирования, составным частям и элементам разрабатываемых схем и проектов землеустройства. Теоретические и методические разработки В. К. Кильчевского по обоснованию схем землеустройства, формированию укрупненных севооборотов, устройству лугов и пастбищ были известны не только в Белоруссии, но и в других республиках СССР.

За свои боевые заслуги Владимир Кононович награжден многочисленными орденами «Красной звезды», «Отечественной войны II степени», «Знак Почета» и медалями «За отвагу», «За боевые заслуги», «За взятие Кенигсберга», «За победу над Германией», знаком отличия «Отличный разведчик», а за трудовые достижения Почетными грамотами Верховного Совета БССР, дипломами и грамотами Министерства сельского хозяйства и продовольствия, рядом грамот союзных, республиканских, областных и районных организаций, ректората академии.

Творческие успехи В. К. Кильчевского в труде и науке отмечены званием Заслуженного работника высшей школы БССР, а в 1995 году он стал почетным профессором БГСХА.

Как ученый и преподаватель, он воспитал сотни достойных учеников, которые работают не только в Беларуси, но и во многих государствах – бывших республиках Советского Союза.

Под его руководством подготовлено четыре кандидата наук, в том числе два первых ученых в области землеустройства для Социалистической Республики Вьетнам.

Многие выпускники землеустроительного факультета БГСХА, работающие как на производстве, так и в стенах академии, помнят и чтят Владимира Кононовича Кильчевского как своего учителя и талантливого ученого, замечательного педагога и человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кільчэўскі Уладзімір Конанавіч / Памяць. Горацкі раён. Гісторыка-дакументальная хроніка. – Мінск: «Вышэйшая школа», 1996.– С. 548.

2. Кильчевский Владимир Кононович // Регионы Беларуси: энциклопедия: в 7 т. – Минск, 2020. – Т. 6: Могилевская область: в 2 кн., кн. 1. – С. 321.

3. Колмыков, А. В., Писецкая, О. В, Землеустроительный факультет академии – высшая школа подготовки землеустроительных кадров в Республике Беларусь // Научно-методический журнал «Вестник БГСХА». Юбилейный номер. – Горки: 2020.– С.78–85.

4. Караевская, Т. Простые герои из Горецкого края [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gorkiv.by/prostye-geroi-iz-goreskogo-kraja>. – Дата доступа: 21.01.2022.

5. Карташевич, А. Н. Почётные профессора академии // Вестник БГСХА, Горки: 2014. – № 3.– С. 134.

6. Почетные профессора и доктора наук в области землеустройства и земельного кадастра: Биографический справочник / Сост.: С. Н. Волков, М. П. Буров, В. В. Косинский и др. // Научное, педагогическое и культурное наследие. Вып.3. – М.: ГУЗ, 2014. – 400 с.

7. Стельмашонок, И. М. Из истории землеустроительного образования в Горках – Минск: 1999. – С. 95.

8. Свитин, В. А. След на земле / В. А. Свитин, А. В. Колмыков // Зямля і людзі. – 2017. – 15 сакав. – С. 10.

9. Памяти учителя Кильчевского В. К. / В. А. Свитин, А. С. Помелов, А. В. Кильчевский // Земля Беларусі [Электронный ресурс]: научно-производственный журнал. – 2011. – № 4. – Режим доступа: http://belzeminfo.by/arhiv/2011_04/ZB_2011_4.pdf. – Дата доступа: 21.01.2022.

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-bгаа@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук; **сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации); **контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п., или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, 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 списка литературы;** здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные

результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора). Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается 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 бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных, либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Есполов Т. И., доктор экономических наук, профессор, академик Казахской ААН, ректор НАО «Казахский национальный аграрный университет».

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Макаш Ш., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западнобукварского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Бушуева В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики.

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, лауреат Государственной премии Республики Беларусь.

Демичев Д. М., доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихацевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения.

Петровец В. Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдлин М. З., кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры техносферной деятельности и общей физики учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технической Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bгаа@yandex.ru

© **Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022**

Подписано в печать 09.03.2022 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 24,18 Уч.-изд. л. 19,64 Заказ Тираж 135 экз.

**Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-оформительских работ
центра научно-методического обеспечения учебного процесса УО БГСХА**

213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5