

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2020 № 2

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

И. Н. Жудро. Институционально-инвестиционное обоснование регуляторного воздействия земельного налога на агробизнес.....	5
Г. В. Миренкова, Е. А. Молчанова. Интегрированная система планирования как фактор эффективного использования средств финансирования воспроизводства основного капитала	10
Е. В. Карачевская. Приоритетные направления развития лекарственного и эфиромасличного растениеводства Республики Беларусь.....	15
Б. М. Шундалов. Системная интенсификация производства и себестоимость сахарной свеклы	20
В. С. Прудникова. Сравнительная оценка ресурсного потенциала агрокомбинатов Беларуси.	26
С. И. Артеменко, А. М. Артеменко. Идентификация новых видов отношений между участниками льняного бизнеса.....	31
С. В. Гудков, А. Л. Тарасенко. Совершенствование методики бухгалтерского учета амортизации нематериальных активов в организациях АПК	38

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

М. Г. Калинова, И. Б. Комарова, Р. В. Сеник. Оценка коллекции и корреляционный анализ холодоустойчивости спорофита и гаметофита рапса озимого.....	43
Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, Я. Э. Пилюк. Особенности хозяйственно полезных признаков различных видов горчицы	47
В. В. Кириченко, Е. Н. Макляк, Е. А. Лебеденко. Экологическая пластичность гибридов подсолнечника, устойчивых к гербицидам группы сульфонилмочевин	52
И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на динамику роста и продуктивность кукурузы при возделывании её на зерно.....	57
О. В. Шовкова. Содержание протеина и масла в зерне сои в зависимости от сроков посева и использования микроудобрений	62
С. С. Мосур. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на динамику роста и продуктивность кукурузы при возделывании её на зелёную массу	66
И. Р. Вильдфлуш, А. А. Кулешова. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста и продуктивность яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....	71

А. А. Кулешова. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста и продуктивность яровой тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....	77
Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков, М. И. Лукашевич. Мониторинг коллекции белого люпина в условиях северо-востока Беларуси	84
Л. Д. Глущенко, Р. В. Оленир, А. И. Лень, Е. А. Самойленко. Сахарная свекла в бессменных посевах	91
М. Л. Радкевич. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.....	96
А. Ф. Минаковский, О. С. Игнатовец, В. И. Шатило, Д. С. Сергиевич, В. Н. Босак. Применение сапропеля для активации почвенных фосфатмобилизирующих микроорганизмов	101
В. Б. Воробьев. Влияние уровней азотного питания озимой пшеницы на баланс питательных веществ в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве	107
В. П. Дуктов, А. Л. Новик. Влияние фунгицидной защиты на фитопатологическое состояние посевов яровой твердой пшеницы	112
В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич, З. М. Алещенкова, Н. Г. Клишевич. Применение микробного препарата Агромик при возделывании пряно-ароматических культур.....	117

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

Д. А. Линник, В. И. Булгаков. Математическая модель и программа моделирования колебаний масс колесного трактора с поддресоренной кабиной	122
В. А. Шапоров. Применение био- и природного газа в ДВС как альтернативных видов топлива	128
А. Н. Карташевич, В. А. Шапоров, Р. С. Даргель. Определение рационального угла опережения впрыскивания топлива на дизеле 4чн 11,0/12,5 при работе на смесях дизельного топлива с био- и природным газом.....	133
Д. А. Линник, В. М. Пецевич, А. Ч. Свистун. Математическая модель опытного демпфера подвески кабины колесного трактора.....	139
Д. А. Михеев, В. Н. Исаченко. Исследование посевных качеств икрустированных семян рапса, полученных в центробежном дражираторе с лопастным отражателем.....	144
А. Н. Карташевич, Р. С. Даргель, В. А. Шапоров. Исследование эффективных и экологических показателей дизеля на смешевом сурепно-минеральном топливе	148

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

О. В. Тишкович. Результаты эколого-экономической оценки почв и земель как один из механизмов совершенствования мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель	153
Е. В. Горбачёва, Т. А. Запрудская, С. М. Комлева. Крестьянские (фермерские) хозяйства как субъект земельных отношений.....	157
В. А. Свитин. Оценка исторического опыта советского этапа развития земельно-имущественных отношений	162
Т. Н. Мыслыва. Использование геостатистических инструментов для оценки пространственного распределения кислоторастворимой меди в почве	170
О. А. Куцаева. Создание менеджмент-зон для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием инструментов геостатистики	176
А. В. Колмыков, А. Н. Авдеев. Современные аспекты ведения органического сельского хозяйства	182

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

А. Р. Цыганаў, С. Р. Грынберг, У. М. Ліўшыц. Чалавек шматграннага таленту (да 120-годдзя з дня нараджэння Гаўрылы Іванавіча Гарэцкага).....	188
--	-----

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2020 № 2

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

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

I. N. Zhudro. Institutional-investment basing of regulatory influence of land tax on agribusiness.....	5
G. V. Mirenkova, E. A. Molchanova. Integrated system of planning as a factor of efficient use of financing of the fixed capital reproduction.....	10
E. V. Karachevskaja. Priority directions of development of medicinal and essential oil crop production in the Republic of Belarus	15
B. M. Shundalov. System intensification of production and cost price of sugar beets.....	20
V. S. Prudnikova. Comparative estimation of resource potential of Belarusian agricultural complexes.....	26
S. I. Artemenko, A. M. Artemenko. Identification of new types of relations between participants of flax business	31
S. V. Gudkov, A. L. Tarasenko. Improvement of methods of accounting of intangible assets depreciation in agro-industrial complex organizations	38

FARMING AND PLANT-GROWING

M. G. Kalinova, I. B. Komarova, R. V. Senik. Estimation of collection and correlation analysis of cold resistance of sporophyte and gametophyte of winter rape.....	43
T. V. Sachivko, V. N. Bosak, Ia. E. Piliuk. Features of economically valuable indicators of different species of mustard	47
V. V. Kirichenko, E. N. Makliak, E. A. Lebedenko. Environmental plasticity of sunflower hybrids, resistant to herbicides of the sulfonylurea group.....	52
I. R. Vildflush, S. S. Mosur. The influence of organic, macro- and microfertilizers, and growth regulators on the dynamics of growth and productivity of corn cultivated for grain	57
O. V. Shovkova. The content of protein and oil in soy grain depending on the terms of sowing and use of microfertilizers.....	62
S. S. Mosur. The influence of organic, macro- and microfertilizers, and growth regulators on the dynamics of growth and productivity of corn cultivated for green mass	66
I. R. Vildflush, A. A. Kuleshova. The influence of macro- and microfertilizers and growth regulators on the dynamics of growth and productivity of spring wheat on sod-podzolic light-loamy soil	71

A. A. Kuleshova. The influence of macro- and microfertilizers and growth regulators on the dynamics of growth and productivity of spring triticale on sod-podzolic light-loamy soil.....	77
Iu. S. Malyshkina, E. V. Ravkov, M. I. Lukashevich. White lupine collection monitoring in the conditions of the north-east of Belarus.....	84
L. D. Glushchenko, R. V. Olepir, A. I. Len, E. A. Samoilenko. Sugar beet monocrop.....	91
M. L. Radkevich. Agronomic, energetic and economic estimation of feeding conditions during the cultivation of narrow-leaf lupine on sod-podzolic light-loamy soil	96
A. F. Minakovskii, O. S. Ignatovets, V. I. Shatilo, D. S. Sergievich, V. N. Bosak. Application of sapropel for the activation of soil phosphate-mobilizing microorganisms.....	101
V. B. Vorobev. The influence of nitrogen feeding of winter wheat on the balance of nutrients in sod-podzolic light-loamy soil	107
V. P. Duktov, A. L. Novik. The influence of fungicide protection on phyto-pathological condition of crops of spring durum wheat.....	112
V. N. Bosak, T. V. Sachivko, M. P. Akulich, Z. M. Aleshchenkova, N. G. Klishevich. Application of microbial preparation Agromik for the cultivation of spicy-aromatic crops	117

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

D. A. Linnik, V. I. Bulgakov. Mathematical model and program of modelling of fluctuations of masses of wheel tractor with spring-mounted cab.....	122
V. A. Shaporev. Application of bio- and natural gas in internal combustion engines as alternative fuels	128
A. N. Kartashevich, V. A. Shaporev, R. S. Dargel. Determination of rational fuel injection advance angle for diesel 4ChN 11.0/12.5 working on mixtures of diesel fuel with bio- and natural gas.....	133
D. A. Linnik, V. M. Petsevich, A. Ch. Svistun. Mathematical model of experimental damper of wheel tractor cab suspension	139
D. A. Mikheev, V. N. Isachenko. Research into sowing qualities of rape seed pellets obtained in centrifugal pellet mill with paddle reflector	144
A. N. Kartashevich, R. S. Dargel, V. A. Shaporev. Research of efficient and ecological indicators of diesel on mixed rapeseed-mineral oil.....	148

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

O. V. Tishkovich. Results of ecological-economic estimation of soils and lands as one of the mechanisms of improving agricultural lands use efficiency	153
E. V. Gorbacheva, T. A. Zaprudskaja, S. M. Komleva. Peasant (farmer) households as a subject of land relations	157
V. A. Svitin. Estimation of historical experience of the Soviet stage of development of land-property relations.....	162
T. N. Myslyva. The use of geostatistics tools for the evaluation of spatial distribution of acid-soluble copper in the soil.....	170
O. A. Kutsaeva. Creation of management zones for differentiated application of mineral fertilizers with the use of geostatistics tools	176
A. V. Kolmykov, A. N. Avdeev. Modern aspects of organic farming	182

JUBILEE DATES

A. R. Tsyganov, S. R. Grinberg, V. M. Livshits. A person of multifaceted talent (<i>on the 120th anniversary of the birth of Gavril Ivanovich Goretskii</i>).....	188
---	-----

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 338.332 (476)

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНО-ИНВЕСТИЦИОННОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО НАЛОГА НА АГРОБИЗНЕС

И. Н. ЖУДРО

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

(Поступила в редакцию 24.01.2020)

В статье на основе аналитических, экспертных и экспериментальных исследований актуальных институционально-экономических процессов глобализации, либерализации и цифровизации развития регуляторных функций государства в сфере использования земель выявлено появление вызова конфликтного их взаимодействия. Сформулированы негативные институционально-экономические процессы глобализации, либерализации и цифровизации регуляторных функций государства в сфере использования земель, которые сдерживают повышение инвестиционной заинтересованности агропредпринимателей заниматься агробизнесом и социальной привлекательности его для формирования конкурентных компетенций специалистов аграрного профиля.

Автором обосновано, что применительно к государственному регулированию использованию земель ключевыми инструментами развития высококонкурентного агробизнеса выступают: рыночная цена земли, арендная плата, кадастровая цена земли, налог на землю, ипотека, наличие земельного банка и т. д. В ходе выполненных исследований установлено отсутствие пропорциональности между суммой уплаченного земельного налога и доходами аграрных организаций. Для преодоления выявленного негативного регулятивного воздействия на агробизнес предложена конструкция коррекции практики изъятия земельного налога в агропромышленном производстве на основе оптимизации четырех групп метрик массовой оценки земель в условиях цифровой экономики: расходы, прибыль, денежные потоки и прибыль до вычета процентов, налогов и амортизации (EBITDA – Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization).

В статье предложены ключевые инструменты государственного регулирования использования земель в высококонкурентном агробизнесе: рыночная цена земли, арендная плата, кадастровая цена земли, налог на землю, ипотека, наличие земельного банка и т. д. Автором разработан механизм институционально-инвестиционного обоснования регуляторного воздействия земельного налога на агробизнес.

Ключевые слова: институты, инвестиции, метрики, цифровая экономика, земли, земельный налог, доход, агробизнес.

The article, on the basis of analytical, expert, and experimental studies of relevant institutional and economic processes of globalization, liberalization, and digitalization of the development of state regulatory functions in the field of land use, shows the appearance of their conflict challenge. Negative institutional and economic processes of globalization, liberalization and digitalization of the state's regulatory functions in the field of land use have been formulated, which hinder the increase in the investment interest of agricultural entrepreneurs to engage in agribusiness and its social attractiveness for the formation of competitive competencies of agricultural specialists.

The author substantiates that, as applied to state regulation of land use, the key instruments for the development of highly competitive agribusiness are: the market price of land, rent, cadastral price of land, land tax, mortgage, land bank availability, etc. In the course of the research, there was no proportionality between the amount of land tax paid and the income of agricultural organizations. To overcome the identified negative regulatory impact on agribusiness, a design is proposed for correcting the practice of land tax exemption in agricultural production based on the optimization of four groups of land mass assessment metrics in the digital economy: expenses, profit, cash flows and profit before interest, taxes and depreciation (EBITDA - Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization).

The article proposes the key instruments of state regulation of land use in highly competitive agribusiness: the market price of land, rent, cadastral price of land, land tax, mortgage, land bank, etc. The author has developed a mechanism for institutional and investment justification of the regulatory impact of land tax on agribusiness.

Key words: institutions, investments, metrics, digital economy, land, land tax, income, agribusiness.

Введение

Аналитическая, эмпирическая и экспериментальная оценка существующей теории и методологии количественного измерения земельного налога в Республике Беларусь и странах ЕС, США и других с государств с высокой рыночной стоимостью земель свидетельствует, что в основу его расчета применяется методология как массовой, так и рыночной оценки земли, включающей три методологических подхода: доходный, сравнительный и затратный, а также использование таких методов, как: капитализации земельной ренты; сравнения продаж распределения (метод соотношения, соотнесения);

выделения (извлечения); остатка (резидуальный способ) и разбивки на участки (подход с точки зрения развития), которые не соответствуют в полном объеме требованиям создания конкурентной инвестиционной и социальной привлекательности аграрного сектора экономики Республики Беларусь [1, 2, 3].

В этой связи следует отметить, что, согласно авторским и экспертным прогнозам, в долгосрочной перспективе сформулированные негативные институционально-экономические процессы глобализации, либерализации и цифровизации регуляторных функций государства сохранятся в условиях нестабильной конъюнктуры мирового рынка продовольственных товаров и влияния не только роста конкуренции, но и формирования сложной комбинаторики политических факторов. Так, результаты исследований трендов пропорциональности доходов агропроизводителей и их объемов продаж в странах ЕС с высоким уровнем развития агробизнеса свидетельствуют, что за последние 60 лет удельный вес доходов его владельцев в структуре выручки от продаж снизился из 60 % до 25 %.

В результате этого все больше и больше фермеров в Германии отказываются от своего агробизнеса. В 1950 году в одной только Западной Германии было еще 1,65 миллиона ферм. В 2017 году было всего 267 000 по всей стране. К 2040 году DZ-Bank ожидает только 100 000 предприятий.

Многие фермеры Германии больше не могут зарабатывать на жизнь тем, что производят. Фермеры, Франции, Голландии и других стран ЕС считают, что провал сельскохозяйственной политики ЕС обеспечил увеличение разрыва между промышленным сектором и сельским хозяйством, а также и обществом. И они требуют сельскохозяйственной политики, которая гарантировала бы им жить за счет своей продукции, и, с другой стороны, не наносить дополнительного ущерба и не оказывать давления на климат, биоразнообразие, грунтовые воды и животных [4, 5, 6].

Изложенное выше предполагает более активное выполнение исследований потенциальных сценариев модернизации практики начисления земельного налога с целью активизации и повышения экономической эффективности инвестиций в агробизнесе и его социальной привлекательности.

Основная часть

В ходе выполненных исследований установлено, во-первых, снижение инвестиционной, социальной привлекательности производства аграрного сырья и стремления конкурентной молодежи приобретать аграрные компетенции в учреждениях высшего и среднего образования. Ключевой причиной этому вступает негативный тренд диспропорциональности динамики доходов агропроизводителей и их объемов продаж, который является фактором снижения конкурентоспособности функционирования агробизнеса, создает социально-политический претендент лоббирования в странах, выступающих в качестве основных производителей и экспортеров продовольственных товаров и агроуслуг, сохранения и некоторого усиления государственного протекционизма как в национальных, так и транснациональных границах, видоизменяя ее структуру и инструменты эффективного его практикоприменения, включая и земельный налог.

Причинами сохранения указанных выше негативных трендов в мировой экономике являются, в первую очередь, сложившиеся глобальные диспропорции уровня развития национальных экономик и доходов населения как в целом развитых и бедных стран, так их уровней в рамках каждого отдельного государства. И, как следствие, практически во всех странах около 20 % населению принадлежит почти 80 % национального богатства. Так, при среднем на каждого взрослого в мире около 52 800 долларов США, более половины мирового благосостояния (50,8 %) приходится на 1 % сверхбогатых, более трех четвертей (77,7 %) – на 5 % наиболее богатых. А 10 % самых обеспеченных аккумулируют 89,1 % мирового богатства – примерно такой же была пропорция и в начале 21-го века. Благосостоянием свыше 50 млн долларов США (за вычетом долга) располагают 140 900 человек, из них 52 % – резиденты США и Канады, 21 % – Европы, 18 % – развивающихся стран [7].

Среднее благосостояние белорусов составляет 16,6 тысяч долларов США (из которых чуть более пяти тысяч – финансовые накопления). На одного взрослого приходится в среднем 1,5 тысячи долларов США долга. Медианный уровень богатства – 7,9 тысячи долларов, а 56,5 % населения Беларуси располагают капиталом до 10 тысяч долларов, 42 % – от 10 до 100 тысяч и 1,4 % владеют суммой от 100 тысяч до 1 миллиона долларов, а 0,1%, или 7,3 – 7,4 тысячи белорусов превышает миллион долларов [8].

В этих условиях имеет место сохранение стагнации расходов населения на приобретение продуктов питания, которое тем самым продуцирует сдерживание развития платежеспособного спроса на них при росте производительности вовлекаемых ресурсов в аграрное производство.

В этой связи следует констатировать, что исследование институционально-экономических процессов развития регуляторных функций государства в республике свидетельствует о значительной инте-

грации белорусской правовой системы в мировую на основе не только собственного, но и многолетнего опыта других стран. При этом национальная институциональная интеграция преимущественно ориентируется на передовые достижения континентальной европейской системы права. Особенно прослеживается большая корреляция между белорусским, российским и немецким правовым регулированием фискальной политики в АПК. Гражданское право России, Германии более идентично по конструктивному построению, содержанию и модернизации правовых понятий и категорий белорусскому гражданскому праву. Это обусловлено определенной спецификой исторического развития взаимодействия экономики Беларуси, России и Германии. Так, налог на имущество в Германии подразделяется на два типа: налог на имущество А или «структурный» взимается с сельскохозяйственных и лесных активов и В взимается с других вариантов недвижимости.

Вышесказанное обуславливает необходимость активизации аналитической, теоретической и практической работы по совершенствованию фискальной системы в АПК с целью разработки таких ее изменений со стороны государства, которые обеспечивали повышение инвестиционной заинтересованности агропредпринимателей заниматься агробизнесом, социальной привлекательности для конкурентных компетенций специалистов аграрного профиля. Последнее выступает гарантией наращивания продовольственного богатства нации. Неслучайно, правительства, всех без исключения государств осуществляют постоянный поиск лучших способов реализации фискальной политики в АПК.

Исследование развития социально-налогового аспекта в различных странах свидетельствуют о высокой активности критических суждений, оценок, замечаний по месту и роли налоговой нагрузки в жизни как сельского, так и городского человека, которая характерна фермерам стран ЕС, США, России и других государств, инвесторам, специалистам, предпринимателям, а также гражданам всех государств, выступающим в роли налогоплательщиков. Это обусловлено сохранением налоговых диспропорций в доходах населения многих государств, которые во всех странах являются налогоплательщиками. Аналогичное отношение к ним и белорусских граждан, которые свои доходы для выплаты подоходного, земельного налогов, являющимися лишь одними из того множества фискальных платежей, расценивают как невысокие.

Это обусловлено тем, что оптимальный уровень налоговой нагрузки создает благоприятные условия для ведения бизнеса, способствует увеличению деловой активности, росту инвестиций, наращиванию объемов производства, обеспечивает повышение конкурентоспособности предприятий. Оценка величины налоговой нагрузки на экономику Республики Беларусь свидетельствует, что она составляет около 26 % в ВВП, 47,3 % из которых приходится на налоги на товары (работы, услуги). Удельный вес налогов от выручки от реализации товаров (работ, услуг) составляет около 10 %, включая 1 % единый налог для производителей сельскохозяйственной продукции.

При этом величина налоговой нагрузки, включая отчисления в ФСЗН, на аграрную экономику Республики Беларусь около 20,1 % и без учета отчислений в ФСЗН – 12 % в валовой выручке для начисления единого налога на производителей сельскохозяйственной продукции. Приведенная статистика свидетельствует о высокой налоговой нагрузке для аграрного сектора, которая сдерживает его конкурентоспособное функционирование. Так, рентабельность продаж в аграрном секторе составляет около 4 %, а в пищевой (комплементарной) промышленности – 8 % при соотношении среднемесячной заработной платы работников этих взаимосвязанных секторов экономики соответственно около 700 и 1000 рублей.

Поэтому ключевой задачей в модернизации налоговой политики является обоснование оптимального соотношения между их суммой и той частью доходов, которые целесообразно оставлять в распоряжении налогоплательщиков. Так как налоговая система включает множество финансовых потоков, обслуживавших агробизнес, которое перманентно по мере развития экономики усложняется по своей институционально-экономической природе. Указанная тенденция характерна для стран ЕС, США, Японии и других высококонкурентных государств, и, как следствие, количество налогов, которые платит человек, может насчитывать несколько десятков: от классических, распространенных во всех странах (подоходный налог, налог на недвижимость, земельный налог и т.д.), до различных налогов на содержание общественных учреждений (например, церкви).

Применительно к государственному регулированию использованию земель ключевыми инструментами развития высококонкурентного агробизнеса выступают: рыночная цена земли, арендная плата, кадастровая цена земли, налог на землю, ипотека, наличие земельного банка и т. д.

В этой связи следует отметить, что указанные инструменты в республике находятся на различных стадиях их развития: кадастровая цена земли, налог на землю уже в значительной мере применяются,

а рыночная цена земли, арендная плата, ипотека, наличие земельного банка и т. д. находятся еще на этапе обоснования и разработки.

В этой связи следует констатировать, что в сельском и лесном хозяйстве земля представляет собой операционные ресурсы, которые объективно уступают в своей инвестиционной привлекательности по сравнению с налогом на имущество. Поэтому для белорусских сельскохозяйственных и лесных компаний следует создавать сравнительно равные стартовые условия начисления и уплаты земельного налога.

В частности, отсутствие рыночной оценки земель затрудняет выход сельскохозяйственных организаций на фондовый рынок, на котором имеется возможность привлечь оптимальные кредитные ресурсы под 2–5 % против 11–12 % в банках. Белорусские сельхозпредприятия не соответствуют в полном объеме рыночным параметрам привлечения инвестиций посредством проведения ими IPO.

Игнорирование данного условия в фискальной политике по отношению к использованию земельных ресурсов в Республике Беларусь сдерживает полноформатное развитие института ипотеки, наличие земельного банка как ключевого фактора привлекательности инвестиций в агробизнес и создание оптимальной налоговой нагрузки и т. д. В этой связи следует заметить, что в Украине, в равной мере, как и в странах Западной Европы, действует земельный банк.

Подтверждением этому выступают результаты исследований эффективности использования сельскохозяйственных земель в агробизнесе Горецкого района Могилевской области. Установлено, что имеет место невысокий удельный вес привлечения частных инвестиций в аграрный сектор региона, отсутствие которых ограничивает получение высоких доходов и создание предпосылок для адекватного развития производственной и социальной инфраструктуры. Так, удельный вес инвестиций в основной капитал в сельское хозяйство за последние десять лет имеет тенденцию некоторого снижения и составляет около 10 % к общей их сумме в республике.

И, как следствие, наблюдается стагнация в использовании земли как в крупном среднем, так и в малом агробизнесе (К(Ф)Х, ЛПХ), которая обусловлена отсутствием у его владельцев собственных инвестиций для активного развития высокотехнологичного агробизнеса на селе. При этом в структуре землепользования в Горецком районе сохраняется инвестиционная активность в использовании земли в радиусе до 5–10 км от районного центра под постройки, дворы, дачи, приусадебным участки.

Исследование эффективности использования сельскохозяйственных земель в Горецком районе за последние пять лет позволяет констатировать тенденцию стагнации объемов производства аграрной продукции и уровня его интенсивности. Установленная тенденция во многом характерна и в целом АПК республики. Так, удельный вес валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в валовом внутреннем продукте республики в течение последнего десятилетия находится на уровне 8 %. Следовательно, механизм государственного регулирования использования земли не обеспечивает наращивание объемов производства продовольствия.

Подтверждением этому выступает негативная тенденция сохранения диспропорций в механизме платежей за землю. Так, удельный вес платежей за землю для сельскохозяйственных предприятий в структуре налогов составляет в среднем за последние годы около 10 %, а в структуре выручки от реализации продукции растениеводства и животноводства соответственно около 1,4 % и от реализации продукции растениеводства более 7 % [9]. Приведенные выше негативные диспропорции являются результатов текущей практики вариантного изъятия земельного налога: 1-й вариант – в виде дифференцированного фиксированного платежа за гектар в зависимости от категорий земель и 2-й вариант – в рамках единого налога на производителей сельскохозяйственной продукции.

Таким образом можно заключить, что национальные ставки налога на землю существенно отличаются от их оптимального действенного значения. В результате, с одной стороны, агробизнес сталкивается с необоснованным регулятивным инвестиционным воздействием. С другой стороны, доходная часть республиканского и местных бюджетов не дополучает определенную сумму так необходимых в условиях высокой конкуренции финансовых ресурсов, которые создают претендент искажения коммерческих операций купли-продажи, аренды земель.

Величину ставки налога на землю для каждого конкретного аграрного предприятия целесообразно определять ее отдельно, исходя их различий в потенциальной и реальной возможности получения доходов в соответствующем районе, оставляя неизменным при этом величину его изъятия в размере 1 % не от выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, а от полученной прибыли до вычета процентов, налогов и амортизации в целом по соответствующему административному району.

Заклучение

В целом по результатам проведенного исследования можно утверждать, что национальные ставки налога на землю существенно отличаются от их действительного значения. В результате, с одной стороны, бизнес сталкивается с необоснованным регулятивным инвестиционным воздействием. С другой стороны, доходная часть республиканского и местных бюджетов не дополучает определенную сумму так необходимых в условиях высокой конкуренции финансовых ресурсов, которые создают претендент искажения коммерческих операций купли-продажи, аренды земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Demetriou D., Automating the land valuation process carried out in land consolidation schemes, Land Use Policy. 75 (2018) 21–32.
2. Land administration in the UNECE Region. Development trends and main principles. UNITED NATIONS New York and Geneva, Economic Commission for Europe. – Geneva, 2005 [Electronic resource]. – 2010. – Mode of access: <http://www.unece.org>. – Date of access: 20.02.2012.
3. Williamson, I. Land Administration for sustainable development / I. Williamson, S. Enemark, J. Wallace, A. Rajabifard [Electronic resource]. – The Hague, 2010. – Mode of access: <http://fig.net/pub/fig2010/papers/ts03>. – Date of access: 04.02.2012.
4. Bundesweite Proteste: Warum Tausende Bauern den Verkehr lahmlegen [Elektronische ressource] / Zugriffsmodus: <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/makro-zukunft-der-landwirtschaft-100.html/>. – Zugriffsdatum: 22.10.2019.
5. Kommentar: Die Bienenrevolte [Elektronische ressource] / Zugriffsmodus: <https://www.dw.com/de/kommentar-die-bienenrevolte/>. – Zugriffsdatum: 14.02.2019.
6. Wir haben agrarindustrie satt! [Elektronische ressource] / Zugriffsmodus: www.wir-haben-es-satt.de/. – Zugriffsdatum: 18.01.2020.
7. Егоров, В. Г. Социально-политические последствия финансиализации современного капитализма [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-politicheskie-posledstviya-finansializatsii-sovremennogo-kapitalizma/viewer/>. – Дата доступа: 02.08.2017.
8. Пажиток, В. Швейцарские финансисты насчитали в Беларуси почти 7,5 тысячи долларовых миллионеров [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.kp.by/daily/27046.4/4111057/>. – Дата доступа: 23.10.2019.
9. Жудро, И. Н. Методические аспекты маркетингового обоснования земельного налога в условиях цифровой экономики / И. Н. Жудро // Становлення механізму публічного управління розвитком сільських територій як пріоритет державної політики децентралізації: матеріали Міжнар. наук. -практ. конф. (Житомирський національний агроекологічний університет, 4 грудня 2018 р.) / редкол.: О. Скидан, Ю. Лупенко [и др.]. – Житомир: ЖНАЕУ, 2018. – С. 399 – 402.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНОГО КАПИТАЛА

Г. В. МИРЕНКОВА, Е. А. МОЛЧАНОВА

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

(Поступила в редакцию 03.03.2020)

В последнее время роль собственных средств организаций в оживлении инвестиционной активности становится все более значительной, что требует от государств соответствующего внимания к созданию благоприятных условий для формирования достаточных финансовых ресурсов у хозяйствующих субъектов. В этой связи государственное регулирование амортизационной политики должно быть направлено на обеспечение воспроизводственных процессов и соответственно структурных преобразований, прежде всего за счет собственных источников организации.

Сельскохозяйственные организации сталкиваются не столько с проблемой развития, сколько выживания. В данной ситуации стоит проблема совмещения необходимости пополнения недостатка оборотных средств с потребностью регулирования использования амортизационных отчислений на инвестиционные цели.

Государственная политика в области формирования и использования амортизационных отчислений должна состоять из мер, способствующих формированию финансовых ресурсов в восстановительных ценах, отражающих влияние инфляции, спада производства, и мер, направленных на стимулирование целевого их использования.

Процесс воспроизводства основного капитала представляет собой основу жизнедеятельности и эффективности производства. Его движение регулируется и контролируется на всех уровнях управления организацией.

Поскольку в текущий период повсеместное чистое накопление финансовых средств, требуемых для инвестирования воспроизводства основного капитала, представляется практически невозможным, одним из главных антикризисных направлений становится структурная перестройка инвестиционных процессов как на макроуровне, так и на микроуровне с целью активизации их резервов и стимулов экономического роста.

Ключевые слова: основной капитал, воспроизводство, амортизация, инвестиционные вложения, траст.

Recently, the role of organizations' own funds in revitalizing investment activity has become increasingly significant, which requires the state to pay appropriate attention to creating favorable conditions for the formation of sufficient financial resources for business entities. In this regard, state regulation of depreciation policy should be aimed at ensuring reproduction processes and, accordingly, structural transformations, primarily at the expense of the organization's own sources.

Agricultural organizations face not so much the problem of development as survival. In this situation, there is the problem of combining the need to replenish the lack of working capital with the need to regulate the use of depreciation for investment purposes.

The state policy in the field of formation and use of depreciation charges should consist of measures that contribute to the formation of financial resources at replacement prices, reflecting the effects of inflation, a decline in production, and measures aimed at stimulating their intended use.

The process of reproduction of fixed capital is the basis of life and production efficiency. Its movement is regulated and controlled at all levels of organization management.

Since in the current period the widespread net accumulation of financial resources required for investing in the reproduction of fixed capital seems almost impossible, one of the main anti-crisis areas is the structural adjustment of investment processes both at macro level and at micro level in order to enhance their reserves and incentives for economic growth.

Key words: fixed capital, reproduction, depreciation, investment, trust.

Введение

Макроэкономический анализ системы воспроизводства, охватывающей кругооборот товаров и услуг, труда и капитала в материально-вещественном и финансово-стоимостном аспектах, предполагает наличие адекватного механизма. Для этого необходимо определить инструментарий, который обеспечит отражение взаимосвязей между производством, обращением, потреблением и накоплением, между доходами, расходами и конечным спросом, между сбережениями и инвестициями, амортизацией и ликвидацией основного капитала и исследовать закономерности воспроизводства основного капитала, являющегося одним из главных факторов экономического роста. В связи с этим необходимо решить следующие задачи: комплексного обследования наличия и движения основного капитала в неизменных и текущих ценах; рассмотрение законодательной базы и рекомендаций экономической теории и опыта международной практики.

В настоящее время при высокой потребности производственного сектора в инвестициях, в том числе аграрного, для обновления и восстановления основного капитала сокращается доля бюджетного финансирования в источниках инвестиций, проблематичными остаются стабилизация и развитие инвестиционной сферы за счет внебюджетных источников и внутренних ресурсов организаций.

В этой связи необходима структурная перестройка инвестиционных процессов как на макроуровне, так и на микроуровне отдельных предприятий с целью роста эффективности воспроизводства основного капитала в сельском хозяйстве.

Основная часть

Вопросами воспроизводства и эффективности использования основного капитала занимались и занимаются в настоящее время многие ученые-экономисты. В нашей стране по данной проблеме работают такие ученые-экономисты, как А. Сайганов, Ю. Селюков, М. Ярмолович, Н. Панина, А. Черва, А. Якименко, С. Злобич, Г. Маркова и др.

В Российской Федерации этой проблеме посвятили свои труды такие ученые-экономисты как Л. А. Добродомова, Н.Н. Зайцева, Д.Ю. Савельев, И.В., М.А. Регуш, А.В. Козлов, А.В. Шестакова и многие другие. Несмотря на это, многие вопросы воспроизводства и эффективности использования основного капитала в сельскохозяйственных организациях остаются не решенными и требуют дополнительных исследований.

Воспроизводство основного капитала – постоянное возобновление капитала и его обновление путем приобретения новой техники, лизинга, реконструкции, технического перевооружения, модернизации и капитального ремонта на основе осуществления соответствующей амортизационной, инновационно-инвестиционной, налоговой, кредитной и таможенной политики [1, с.321].

В научной литературе воспроизводство рассматривается в двух формах:

- простое воспроизводство, когда затраты на возмещение износа основных средств соответствуют по величине начисленной амортизации;
- расширенное воспроизводство, когда затраты на возмещение износа основных средств превышают сумму начисленной амортизации.

Воспроизводство капитала осуществляется через инвестиции в модернизацию, приобретение, капитальный ремонт, реконструкцию, поэтому важно структурировать инвестиционный процесс прежде всего на микроуровне.

Схему воспроизводства основного капитала можно представить через механизм его осуществления на рис. 1.

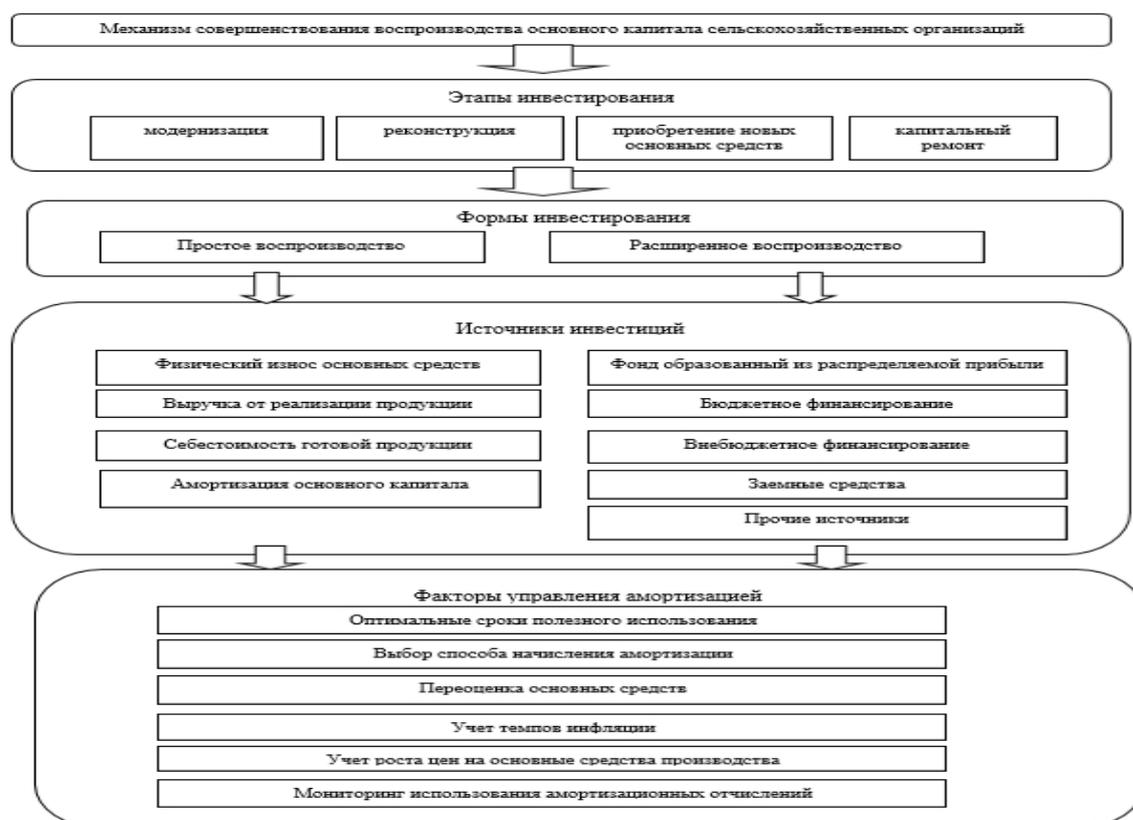


Рис. 1. Механизм совершенствования воспроизводства основного капитала сельскохозяйственных организаций
Примечание. Собственная разработка.

Данная схема отражает необходимость структурных изменений как в технологических преобразованиях производства, так и в повышении эффективности управления собственными источниками воспроизводственного процесса основного капитала. Данный механизм позволяет для каждой организации исходя из системы факторов простого и расширенного воспроизводства определить структуру инвестиций.

Основными источниками воспроизводства основного капитала являются собственные средства предприятий, к которым относятся амортизация и прибыль.

Роль амортизации в процессе воспроизводства с течением времени изменилась. При планово-административной системе управления амортизационные отчисления были реальным источником воспроизводства основного капитала, так как был налажен контроль за его использованием.

Исследованиями установлено, что в настоящее время в организациях Могилевской области сумма начисленной амортизации в течение года используется на приобретение основных средств в пределах от 8,0 % до 34,5 %, что подтверждается данными табл. 1.

Таблица 1. Анализ использования амортизационных отчислений по районам Могилевской области 2018 г.

Районы	Сумма начисленной амортизации, тыс.руб.	Сумма приобретения основных средств, тыс.руб.	% к начисленной амортизации
Могилевский	17311	3192	18,4
Бельничский	16175	3807	23,5
Бобруйский	10871	1074	9,9
Быховский	7806	877	11,2
Глуский	8260	809	9,8
Горецкий	15441	4205	27,2
Дрибинский	5184	959	18,5
Кировский	13138	2490	19,0
Климовичский	6430	1441	22,4
Кличевский	7122	877	12,3
Костюковичский	4320	756	17,5
Краснопольский	23671	2032	8,6
Кричевский	6193	494	8,0
Круглянский	5775	1521	26,3
Мстиславский	9358	1087	11,6
Осиповичский	5910	859	14,5
Славгородский	4968	531	10,7
Хотимский	10524	1670	15,9
Чаусский	5386	898	16,7
Чериковский	9131	879	9,6
Шкловский	9545	3292	34,5

Примечание. Расчеты автора на основании годовых отчетов Могилевской области.

На протяжении нескольких лет белорусским организациям предоставлялось право не начислять амортизацию по основным средствам. Это давало возможность влиять на окончательный финансовый результат: ведь амортизация по основным средствам и нематериальным активам порой составляет значительную часть в расходах организации [2]. Однако, это приводит к уменьшению средств на инвестиции в основной капитал, а расходование их идет на покрытие убытков.

Основной функцией амортизации является обеспечение воспроизводства и восстановления (модернизации, реконструкции) основных средств. Одновременно сумма начисленной амортизации по конкретному основному средству говорит о степени его изношенности.

Решение проблемы воспроизводства основного капитала сельскохозяйственных организаций, на наш взгляд, может основываться на построении и практической реализации таких моделей воспроизводства, которые сориентированы на эффективность использования собственных источников инвестиций в основные средства.

В связи с тем, что амортизация основных средств – один из важнейших элементов себестоимости сельскохозяйственной продукции (работ, услуг) необходимо управлять ею, что позволит не только формировать инвестиционные ресурсы, но и влиять на себестоимость продукции.

Как показано в схеме 1 (рис. 1), к факторам управления амортизацией относятся: оптимальные сроки полезного использования основных средств, выбор способа начисления амортизации, переоценка основных средств, учет темпов инфляции, учет роста цен на основные средства производства, мониторинг использования амортизационных отчислений.

Направления использования амортизации, по нашему мнению, должны рассматриваться в краткосрочном и долгосрочном периодах. В краткосрочном периоде – это расходование сумм амортизации

в течение календарного периода на модернизацию и покупку, ремонт и т. д. в рамках простого воспроизводства. Расширенное воспроизводство требует накопление определенных сумм. Этот процесс может осуществляться в нескольких направлениях, которые выбираются в зависимости от сроков и эффективности вложений. К ним следует отнести: 1) депозиты (вложение денежных средств в банк под определенный процент); 2) создание интегрированного объединения финансовых и производственных структур.

Интеграционная структура с участием заинтересованных организаций в эффективном использовании амортизационных средств, которые обеспечивали бы доход выше банковских депозитов за счет непосредственного дохода на вложенные деньги и получение участниками данной интегрированной структуры необходимых средств на распределение воспроизводства основного капитала в долгосрочном периоде.

В современных условиях сельскохозяйственные организации в основном ориентированы на собственные источники, имеющиеся в их распоряжении. Создание эффективного амортизационного механизма позволит осуществлять внутренние накопления и повысит эффективность использования их на восстановление сельскохозяйственного производства.

Перспективной формой долгосрочного финансирования воспроизводства основного капитала будет являться создание интегрированного объединения финансовых и производственных структур, представленной на рис. 2.



Рис. 2. Схема интегрированного объединения финансовых и производственных структур

Примечание. Собственная разработка.

Интегрированное объединение финансовых и производственных структур — это финансовая организация трастового характера, которая принимает на хранение и накопление сумм амортизационных отчислений сельскохозяйственных организаций и способствует их росту за счет использования этих средств в консолидированной форме своей финансово-коммерческой деятельности.

Коммерческо-финансовая деятельность ИОФ и ПС носит стандартный трастовый характер — вложение средств в ценные бумаги, вложение на счета в банках, кредитование, инвестиционная и лизинговая деятельность.

Таким образом, амортизационные средства не замораживаются, не расходуются на приобретение оборотных средств в организациях, а растут за счет трастовой деятельности ИОФ и ПС.

На современном этапе экономического развития сельскохозяйственного производства, одной из основных предпосылок создания ИОФ и ПС является несоответствие действующего амортизационного механизма: при реальной экономической ситуации, когда предприятия вынуждены исходя из цены осуществлять затраты, связанные с производственной деятельностью, а оставшуюся часть использовать в качестве сбережений на цели восстановления производства, что в результате диспаритета цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, зачастую не соблюдается. А также недостаточно обоснован механизм начисления амортизации и контроль за его использованием.

Основной принцип создания интегрированного объединения финансовых и производственных структур — управление амортизацией, то есть накопление средств для будущих капиталовложений. Начисление амортизации должно стать не чисто бухгалтерской нормативной операцией, а тщательно

спланированной амортизационной политикой, предполагающей накопление денежных средств на специальном счете, рациональное их использование и сбережение.

Модель механизма формирования и использования объединенного воспроизводственного основного капитала должен решать следующие задачи:

- рассроченное включение амортизационных отчислений в себестоимость продукции;
- формирование фонда воспроизводства основного капитала как реальной имеющейся в распоряжении предприятия денежной суммы;
- хранение и резервирование амортизационных отчислений как денежного инвестиционного фонда;
- целевое расходование накопленных средств фонда на финансирование капитальных вложений в основной капитал с целью восстановления производства и его обновления;
- создания системы контроля за целевым использованием фонда воспроизводства основного капитала.

Положительные результаты предложенного механизма могут отражаться в следующих конкретных результатах:

- в ликвидации путей неэффективного использования амортизационных отчислений;
- в создании внутренних накоплений на целевое использование этих средств: на восстановление сельскохозяйственного производства, обновление и расширение производственных мощностей;
- в свободном начислении амортизации и гибком управлении ценами на сельскохозяйственную продукцию, что позволит сельским товаропроизводителям быть более конкурентоспособными на внутреннем рынке.

Заключение

Таким образом, в рамках проводимого исследования, по нашему мнению, можно сделать вывод о том, что в современных экономических условиях создание интегрированного объединения финансовых и производственных структур изменит порядок образования и использования амортизационных отчислений предприятий с целью сохранения и увеличения амортизационных сумм, которые должны направляться на финансирование инвестиций в сельское хозяйство.

Реализация вышеназванных рекомендаций по повышению эффективности формирования и использования финансовых ресурсов позволит решить главную проблему сельскохозяйственных предприятий – восстановить функции амортизации как основного источника инвестиционных ресурсов полного возмещения основного капитала и источника фонда накопления. Следовательно, следующим шагом проводимых исследований становится обоснование экономической целесообразности создания интегрированного объединения финансовых и производственных структур системы планирования эффективного использования средств фонда воспроизводства основного капитала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головачев, А. С. Экономика предприятия: учеб. пособие, ч.1 / А. С. Головачев. – Минск, 2008. – 447 с.
2. Раковец, В. Амортизация за «пропущенные» годы / В. Раковец // Электронный «Главный бухгалтер». – 2018. – № 40. – Режим доступа: <https://www.gb.by/izdaniya/glavnyi-bukhgalter/amortizatsiya-za-propushchennye-gody>. – Дата доступа: 18.12.2019.
3. Сайганов, А. К вопросу об эффективности использования сельскохозяйственной техники импортного и отечественного производства / А. Сайганов, П. Дроздов, В. Дашков // Аграрная экономика. – 2007. – № 4. – С. 7–14.
4. Селюков, Ю. Расчет потребности в инвестициях на обновление основных производственных фондов в сельскохозяйственных организациях Беларуси / Ю. Селюков // Аграрная экономика. – 2007. – № 6. – С. 10–18.
5. Ярмлович, М. В. Формирование основных параметров воспроизводства, определяющих инновационный имидж экономики / М. В. Ярмлович // Материалы международного форума «Инновационные технологии и системы»: — Минск: ГУ «БелИСА», 2006. – 156 с.
6. Черва, А. Готовимся к переоценке основных средств / А. Черва // Главный бухгалтер. – 2001. – № 1. – С. 89–94.
7. Черва, А. Переоценка основных средств в условиях новой амортизационной политики по состоянию на 1 января 2004 года / А. Черва // Финансы. Учет. Аудит. – 2004. – № 1. – С. 13–17.
8. Черва, А. Амортизация основных средств – принципы и правила работы / А. Черва // Финансы. Учет. Аудит. – 2007. – № 7. – С. 58–63.
9. Панина, Н. Эффективный амортизационный механизм – залог успеха / Н. Панина // Финансы. Учет. Аудит. – 2002. – № 6. – С. 53–59.
10. Регуш, М. Определение потребности сельскохозяйственных организаций в основных фондах / М. Регуш // АПК: экономика, управление. – 2007. – № 6. – С. 68–73.
11. Маркова, Г. В. Формирование и использование амортизационного фонда предприятия / Г. В. Маркова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2002. – № 2. – С. 16–21.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО И ЭФИРОМАСЛИЧНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ

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

(Поступила в редакцию 23.03.2020)

В статье представлены приоритетные направления развития лекарственного и эфиромасличного растениеводства в соответствии с Государственной программой «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 г. № 205, и Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики. Отмечено стратегическое значение лекарственных и эфиромасличных растительных ресурсов в экономике республики. При этом приоритет отдается культивированию лекарственных и эфиромасличных растений в промышленных масштабах в противовес дикорастущему. Приводится прогноз видового разнообразия лекарственных культур, культивируемых в Республике Беларусь, анализ прогнозируемой динамики производственных плантаций и динамики производства лекарственных растений, рассматриваются потенциальные перспективы возрождения лекарственного и эфиромасличного производства в Республике Беларусь. Отмечается, что увеличение площади посева лекарственных и эфиромасличных трав согласно государственной политике импортозамещения, направленной на рационализацию импорта товаров и услуг посредством стимулирования отечественных производителей аналогичных продуктов позволит обеспечить пищевое, парфюмерно-косметическое, ликероводочное, фармацевтическое и прочие производства доступным и качественным сырьем отечественного происхождения. При этом возрождение лекарственного и эфиромасличного производства возможно при условии объединения усилий науки, бизнеса, власти, общественных организаций и так далее не только в Республике Беларусь, но и других постсоветских стран, которые раньше взаимно дополняли друг друга. Следует отметить, что Республика Беларусь обладает всеми необходимыми ресурсами для восстановления лекарственного и эфиромасличного производства: наличие сортового разнообразия, трудовых, земельных ресурсов.

Ключевые слова: лекарственное, эфиромасличное растениеводство, развитие, импортозамещение, стратегия, объединение.

The article presents priority areas for the development of medicinal and essential oil crop production in accordance with the State program «Environmental Protection and Sustainable Use of Natural Resources» for 2016–2020, approved by the Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated March 17, 2016 No. 205, and the National Action Plan on the development of a green economy. The strategic importance of medicinal and essential oil plant resources in the economy of the republic is noted. At the same time, priority is given to the cultivation of medicinal and essential oil plants on an industrial scale, as opposed to wild growing. The forecast of the species diversity of medicinal crops cultivated in the Republic of Belarus, the analysis of the predicted dynamics of production plantations and the dynamics of production of medicinal plants, and the potential prospects of revival of medicinal and essential oil crop production in the Republic of Belarus are presented. It is noted that increasing the area sown by medicinal and essential oil herbs in accordance with the state policy of import substitution aimed at rationalizing the import of goods and services by stimulating domestic producers of similar products will make it possible to provide food, perfumery, cosmetic, distillery, pharmaceutical and other industries with affordable and high-quality raw materials of domestic origin. At the same time, the revival of medicinal and essential oil crop production is possible subject to the combined efforts of science, business, government, public organizations and so on, not only in the Republic of Belarus, but also in other post-Soviet countries that used to complement each other. It should be noted that the Republic of Belarus has all the necessary resources for the restoration of medicinal and essential oil crop production: the presence of varietal diversity, labor and land resources.

Key words: medicinal, essential oil crop production, development, import substitution, strategy, association.

Введение

В современной экономике растительные лекарственные ресурсы имеют стратегический характер, выступая в качестве сырья для производства лекарственных средств, обеспечивающих здоровье и жизнеспособность нации. Производство лекарственного растительного сырья возможно как за счет сбора дикорастущих растений, так и их выращивания в промышленных масштабах, тогда как первый метод считается более экологически чистым и менее затратным. В то же время практическое использование дикорастущего и культивируемого лекарственного растительного сырья указывают на обратное: дикорастущее сырье является исчерпаемым ресурсом, использование которого не позволяет оптимально использовать трудовой потенциал, основные и оборотные средства, имеет неконтролируемые количественные и качественные характеристики [4]. Для сохранения и восстановления численности редких и находящихся под угрозой исчезновения видов дикорастущих растений, их популяций и генетического разнообразия в рамках экологической политики согласно Стратегии в области охраны окружающей среды на период до 2025 года, в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 г. № 205 (Национальный

правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 24.03.2016, 5/41827), и Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики до 2020 года [3], рекомендовано расширение культивирования лекарственных трав. Выращивание лекарственных трав в промышленных масштабах позволяет более рационально и эффективно использовать все материальные и нематериальные производственные ресурсы, в том числе основу для производства лекарственного растительного сырья – сельскохозяйственные угодья.

Основная часть

Анализ современного состояния лекарственного и эфиромасличного растениеводства Республики Беларусь позволяет сделать вывод об увеличении спроса на данный вид сырьевых ресурсов. Согласно статистическим данным, годовая потребность республики в сухом лекарственном и пряно-ароматическом сырье пищевой и фармацевтической промышленностью оценивается в 696,4 тонн, которая обеспечивается только на 54,5 % отечественным лекарственным растительным сырьем, что подтверждает необходимость увеличения культивирования лекарственных и эфиромасличных трав [1].

В связи с государственной политикой импортозамещения, предполагающей расширение доли обеспечения внутреннего рынка отечественными товарами, в том числе лекарственного и эфиромасличного сырья, в качестве ориентира следует брать объемы производства уровня 80-х годов. Основная роль в обеспечении сельхозпредприятий чистосортным посадочным материалом отводится ГНУ «Центральный ботанический сад» Национальной академии наук Беларуси, в интродукции которого имеется 54 семейства лекарственных растений.

При достаточной обеспеченности Государственного научного учреждения финансированием, площадями и трудовыми ресурсами, можно полностью удовлетворить потребности сельскохозяйственных и фермерских предприятий в элитном сортовом посадочном материале.

Вторым ресурсом для обеспечения нормальной производственной деятельности предприятий должны стать хозяйства, получившие статус семеноводческих (питомниководческих). ГНУ «Центральный ботанический сад» Национальной академии наук Республики Беларусь обеспечит эти хозяйства элитными сортовыми саженцами для закладки маточников. Семеноводческие хозяйства, в свою очередь, будут также выращивать саженцы для обеспечения потребностей потребности сельскохозяйственных и фермерских предприятий как в Республике Беларусь, так и за его пределами. При такой схеме к 2029 году могут быть заложены плантации лекарственного растительного сырья на общей площади 1626 га, что на 134 % выше уровня 2018 года (табл. 1). Рекомендуется возобновить культивирование женьшеня на уровне 2010 году (в 2010 году культивирование женьшеня осуществлялось на площади 4 га). В УКСП «Друть» Могилевской области, Бельничского района возобновлено культивирование женьшеня на площади 0,3 га, в 2018 году был собран первый урожай.

Таблица 1. Прогнозируемая динамика производственных плантаций лекарственных растений, га

Лекарственное растительное сырье	Год									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
Валериана	171,3	191,1	222,6	277	288	325	315	348	371,3	
Душица	10,1	12,5	16,7	18,4	19,5	21,3	25,4	27,3	29,4	
Женьшень	4	4,5	5	6,3	6,4	6,5	6,7	6,9	7,2	
Зверобой	4,6	5,6	6,9	7,2	9	11	12	14,6	15,6	
Календула	44,5	48,7	51,3	54,2	60,1	62,3	64,7	51,1	59	
Мелисса	1,6	1,8	2,1	2,5	2,6	3	3,5	3,7	4,6	
Мята	6,4	7,1	7,9	8	9,5	12	13	14,9	17,1	
Пустырник	53,9	54,6	56,9	58	61	63	64,2	65,7	69,1	
Расторопша	48	51	53	58	61	63	65	71	73	
Ромашка	300,1	315	321,4	322,6	346	351	377	400,1	427,8	
Шалфей лекарств.	12,2	13,4	13,7	13,9	14,5	15,7	18,1	19,2	20,1	
Эхинацея	16	17	19	20	21	23	25	26	29	
Прочие	393	405	411	423	434	443,7	456	493	502,8	
Итого	1065,7	1127,3	1187,5	1269,1	1332,6	1400,5	1445,6	1541,5	1626	

Переработка продукции с этих плантаций позволит получить около 1107 т лекарственного растительного сырья в 2019 году, что позволит удовлетворить собственную потребность в лекарственном сырье и увеличить экспорт лекарственного и эфиромасличного сырья (табл. 2).

Следует обратить особое внимание на необходимость иметь в хозяйствах, занимающихся выращиванием лекарственных и эфиромасличных растений, специализированной уборочной техники. Необходимо рассмотреть вопрос о возобновлении их производства по заказам сельхозпредприятий.

Таблица 2. Прогнозируемая динамика производства лекарственного растительного сырья, т

Культура	Год							
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Валериана	111,9	160,5	187,0	232,7	241,9	273,0	264,6	292,3
Душица	2,8	3,5	4,7	5,2	5,5	6,0	7,1	7,6
Женьшень	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,9
Зверобой	6,0	7,3	9,0	9,4	11,7	14,3	15,6	19,0
Календула	54,7	59,9	63,1	66,7	73,9	76,6	79,6	62,9
Мелисса	2,6	2,9	3,4	4,0	4,2	4,8	5,6	5,9
Мята	9,0	10,0	11,1	11,3	13,4	16,9	18,3	21,0
Пустырник	129,4	131,0	136,6	139,2	146,4	151,2	154,1	157,7
Расторопша	4,9	5,2	5,4	5,9	6,2	6,4	6,6	7,2
Ромашка	20,6	21,9	22,8	24,9	26,2	27,1	28,0	30,5
Шалфей лекарственный	31,1	34,2	34,9	35,4	37,0	40,0	46,2	49,0
Эхинацея	112,0	119,0	133,0	140,0	147,0	161,0	175,0	182,0
Прочие	216,2	222,8	226,1	232,7	238,7	244,0	250,8	271,2

Закладывать плантации лекарственных культур рекомендуется как в традиционных, так и в других, перспективных для данных культур регионах Республики Беларусь (табл. 3).

В связи с тем, что 4 предприятия по переработке лекарственных трав сосредоточены в Минской области, она является наиболее перспективной по увеличению площади посева [1], рост которой может составить 143,4 % по сравнению с 2018 годом. Площади посева по Брестской области рекомендуется увеличить до 48,9 га.

Таблица 3. Фактическая и перспективная площади посева лекарственных культур, га

Область	Год				Расчет в % к факту
	2016	2017	2018	2022	
Брестская	48,37	27,97	1	48,9	+47,9 га
Витебская	115	126	135	195	144,4
Гомельская	1,2	1,2	1,2	1,2	100,0
Гродненская	499,09	501,17	489,01	851,8	174,2
Минская	39,04	125,27	67,7	164,8	243,4
Могилевская	–	–	0,3	4	+3,7 га
Республика Беларусь	702,7	781,61	694,21	1265,7	182,4

В качестве перспективных культур для сельхозпредприятий, планирующих заниматься эфиронасами, можно предложить фенхель обыкновенный, кориандр и укроп пахучий. Сорты этих культур также имеются в ГНУ «Центральный ботанический сад» Национальной академии наук Республики Беларусь. Так, эфиромасличное сырье успешно возделывают в КФХ «Шиколаевское» Ивановского района Брестской области, ФХ «Пушанская тайна» Каменецкого района Брестской области, КФХ «Наши корни», ФХ «Предславино» Ляховичский район, Брестская область, КФХ «ЯгоДин» Пинский район, Брестская область, КСУП Совхоз «Большое Можейково», СПК «Агрофирма «Лучники» Слуцкого р-на, Минская область.

Следует сказать, что переработка эфиромасличного сырья позволяет получать не только эфирные масла, но и другие продукты переработки: водные биоэкстракты, биоконцентраты, урсоловую кислоту, воска, шалфейный экстракт, жидкое мыло, туалетные воды. Белковый шрот после переработки эфиромасличного сырья можно использовать в качестве добавки в корм животным и птице. Показав потенциальные перспективы возрождения лекарственного и эфиромасличного производства в Республике Беларусь, нельзя не остановиться на проблемах реализации программы и путях их решения.

Ценность лекарственных и эфиромасличных культур общеизвестна. Потребителями являются парфюмерно-косметическое, ликероводочное, фармацевтическое и прочие производства, которые частично перешли с отечественной на импортную лекарственную эфиромасличную продукцию, затрачивая на ее закупку немалые средства. Однако следует отметить, что конкурентоспособная и успешная отрасль производства и переработки эфирных масел и лекарственных растений перестала существовать в Республике Беларусь и других постсоветских странах с распадом Советского Союза. Для его возрождения нужны не только финансовые и материальные ресурсы, но и интеллектуальный потенциал. И самое главное – совместные усилия науки, бизнеса, власти, общественных организаций и т. д. не только в Республике Беларусь, но и в других постсоветских странах, которые раньше были взаимодополняющими друг другу.

Возрождение переработки и использования отечественного лекарственного и эфиромасличного сырья может быть достигнуто путем объединения усилий бизнеса, науки, государства, общественных организаций, основанных на взаимодействии потенциала государств-участников для стимулирования

взаимовыгодного инновационного развития национальных промышленных комплексов, создание центров компетенции в государствах-участниках, формирование экономики будущего, постоянное обновление технологий, повышение глобальной конкурентоспособности, то есть создание евразийской технологической платформы, в которую в будущем войдут заинтересованные страны ЕАЭС, целью функционирования которой является обеспечение кооперации в научно-технической и инновационной сферах, повышение эффективности взаимодействия всех заинтересованных сторон.

Запуск технологической платформы позволит Республике Беларусь и другим странам, поддержавшим создание евразийской технологической платформы, значительно увеличить производство эфиромасличной продукции и лекарственного сырья, и в ряде случаев найти заменители дорогостоящей импортной продукции. Это позволит сформировать собственный рынок лекарственных средств и продуктов переработки эфиромасличного сырья, тем самым уменьшив зависимость потребителей от импорта, экономить значительные валютные средства, создать дополнительные рабочие места [5].

Создание евразийской технологической платформы обеспечит эффективное взаимодействие крупного высокотехнологичного бизнеса с научными коллективами и малыми инновационными предприятиями. В результате этого взаимодействия будут сформулированы задания на научно-исследовательскую деятельность, скорректированы тематики научных исследований для получения результатов, имеющих спрос со стороны реального сектора уже в настоящее время или потенциальный спрос в ближайшей перспективе. Кроме того, это позволит сформировать эффективные смешанные исследовательские коллективы (междисциплинарные группы из представителей различных организаций). Формирование таких междисциплинарных исследовательских коллективов, ориентация на получение конкретных результатов для реального сектора будут являться хорошей базой для создания новых высокотехнологичных компаний, расширения высокотехнологичного малого и среднего бизнеса и улучшения условий для его роста, формирования новых отраслей промышленности. При такой системе выработки решений можно будет с большой долей уверенности говорить о востребованности полученных результатов исследований.

Реализация настоящего Проекта позволит создать эффективно функционирующую инновационную среду в научном и бизнес-сообществах и завершить формирование полного инновационного цикла от генерации знаний до создания конкурентоспособного высокотехнологично продукта в рамках евразийской технологической платформы. Итогом реализации Проекта также должно стать содействие решению значимых социальных проблем, таких как экология, безопасность, энергоэффективность современных отечественных технологий и, как следствие, увеличение качества жизни населения стран ЕАЭС [5].

Для обеспечения этих целей внутри Республики Беларусь необходимо создание региональных комплексов, включающих выращивание лекарственного и эфиромасличного сырья и его переработку. При этом совершенно не обязательно каждому сельхозпредприятию организовывать собственную переработку сырья, необходимо иметь технологический комплекс, перерабатывающий сырье ряда сельхозпредприятий региона, обеспечив его круглогодичную работу, учитывая сезонность переработки цветочно-травянистого и зернового эфиромасличного сырья.

При этом сельхозпредприятия могут иметь разный ассортимент возделываемых лекарственных и эфиромасличных культур. Выбор и общее число возделываемых культур для каждого конкретного сельхозпредприятия, фермерского хозяйства будет определяться, исходя из реальных возможностей, а именно: наличия земли, возможности поступления инвестиций (внешних и внутренних), наличия квалифицированных специалистов, техники и рабочей силы. Ощутимую поддержку сельхозпредпринимателям принесет включение многолетних эфироносов в перечень культур, по которым частично компенсируются затраты на закладку и уход за неплодоносящими плантациями.

Заключение

Таким образом, выращивание лекарственных и эфиромасличных культур в настоящее время является стратегическим направлением деятельности, в рамках Республики Беларусь. В текущий период для полного обеспечения фармацевтической, пищевой, ликероводочной и др. промышленности используется как отечественное, так и импортное растительное сырье, при этом доля импортного сырья составляет 45,5 %. Для снижения импортной зависимости отечественного производства, на перспективу рекомендуется увеличение площадей посева, занятых под лекарственными культурами на 82,4 %, что невозможно без совместных усилий науки и бизнеса. Также повышения эффективности производства лекарственных и эфиромасличных культур может быть достигнуто путем кооперации в научно-технической и инновационной сферах стран ЕАЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карачевская, Е. В. Прогноз территориального размещения лекарственной отрасли в системе агропромышленного комплекса Республики Беларусь / Е. В. Карачевская // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 3 – С. 25–30.
2. Карачевская, Е. В. Рынок лекарственного растительного сырья Республики Беларусь: инвестиционная привлекательность, риски и перспективы развития / Е. В. Карачевская // Актуальные вопросы экономики и управления на современном этапе развития общества: сб. докл. по итогам V Междунар. научн.-практ. интернет-конф. Тула, 22 мая 2019 года) [Текст] / Под общ. ред. Д. А. Овчинникова. – Тула, 2019. – С. 179–184.
3. Постановление Совета Министров от 21.12.2016 № 1061 Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/2726>. Дата доступа: 21.03.2020
4. Почупайло, О. Е. Формирование механизма регулирования предпринимательской деятельности в сфере производства лекарственного растительного сырья (на материалах Республики Крым) / О. Е. Почупайло // Вестник Евразийской науки. – 2019. – № 1.
5. Решения Евразийского межправительственного совета от 13 апреля 2016 г. N 2 «Об утверждении Положения о формировании и функционировании евразийских технологических платформ» (с изменениями на 8 августа 2019 года). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456047406>. Дата доступа: 21.03.2020

СИСТЕМНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И СЕБЕСТОИМОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Б. М. ШУНДАЛОВ

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

(Поступила в редакцию 27.03.2020)

Свеклосахарная отрасль АПК Беларуси имеет положительную динамику. Занимая примерно 100 тыс. га пахотных земель, валовое производство корнеплодов достигает 5 млн. тонн, что обеспечивает ритмичной работой отечественные сахарные комбинаты. Благодаря системному нарастанию интенсивности производства многие свеклосеющие сельхозорганизации повышают урожайность культуры. В Беларуси имеются хозяйства, собирающие с каждого гектара посевов по 80–100 т корнеплодов. Углубленное изучение взаимосвязи интенсивности производства с себестоимостью и другими показателями работы в свекловодческой отрасли проводилось по отчетным данным СПК «Агрокомбинат Снов» Несвижского района. За период 2015–2017 гг. в этом хозяйстве сахарная свекла выращивалась ежегодно на площади 500 га, а урожайность достигала почти 80 т/га. В сельхозорганизации велась целенаправленная системная работа по интенсификации возделывания культуры. Сопоставимые удельные производственные затраты в расчете на 1 га посевной площади за изучаемый период увеличились более, чем на 14 %. Коэффициент соотношения между среднегодовыми темпами роста производственной себестоимости и удельными производственными затратами в свекловодстве составил 0,827, что свидетельствует о положительной результативности интенсификации свекловодческой отрасли в СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2017 гг. В статье рассматриваются вопросы, связанные с выявлением потенциальных резервов экономии затрат по каждой учетной статье в структуре себестоимости сахарной свеклы. Обращается внимание на то, что свекловодческая отрасль СПК «Агрокомбинат Снов» за период 2015–2017 гг. была высокодоходной: уровень рентабельности проданной продукции повысился с 66,4 до 132 %.

Ключевые слова: интенсификация, урожайность, себестоимость, структура, денежная выручка, рентабельность.

The beet sugar industry of agro-industrial complex of Belarus has positive dynamics. Occupying approximately 100 thousand hectares of arable land, the gross production of root crops reaches 5 million tons, which provides rhythmic work for domestic sugar factories. Due to the systematic increase in production intensity, many beet-growing agricultural organizations increase crop productivity. In Belarus, there are farms that collect 80-100 tons of root crops per hectare.

An in-depth study of the relationship of intensity of production with cost and other performance indicators in the sugar beet industry was conducted according to the reported data of APC «Agrokombinat Snov» in Nesvizh district. Over the period of 2015–2017, sugar beet was grown annually on an area of 500 hectares, and the yield reached almost 80 t/ha. The agricultural organization carried out targeted systematic work to intensify the crop cultivation. Comparable specific production costs per 1 ha of acreage increased by more than 14 % during the study period. The ratio between the average annual growth rate of production costs and specific production costs in beet farming was 0.827, which indicates a positive impact of the intensification of beet industry in the APC «Agrokombinat Snov» for the period 2015–2017.

The article deals with issues related to the identification of potential cost savings reserves for each accounting item in the structure of sugar beet cost. Attention is drawn to the fact that the beet industry of APC «Agrokombinat Snov» for the period 2015–2017 was highly profitable: the level of profitability of products sold increased from 66.4 to 132 %.

Key words: intensification, productivity, cost, structure, cash revenue, profitability.

Введение

Последовательное нарастание объемов производства свекловичного сырья и соответствующего количества продуктов его переработки способствует пополнению продовольственного фонда и укреплению продовольственной безопасности Беларуси. В начале нынешнего столетия отечественные сахарные комбинаты были готовы потенциально перерабатывать не менее 4 млн тонн свекольного сырья, обеспечивая при этом не только все потребности населения республики в сахаре, но и значительную часть готовой продукции поставлять на экспорт.

В настоящее время основную часть валового сбора свеклосахарных корнеплодов (свыше 95 %) обеспечивают регионы, находящиеся в зоне функционирования перерабатывающих комбинатов – Скидельского (Гродненская область), Жабинковского (Брестская область), Слуцкого и Городейского (Минская область). Начиная с 2010 г., сахарная свекла начала возделываться в сельхозорганизациях восточной части Беларуси (Могилевская область). За последние годы общая посевная площадь культуры стабилизировалась на уровне, немногим более 100 тыс. га [4]. Благодаря системному нарастанию интенсивности производства свеклосеющие сельхозорганизации достигли положительных результатов в повышении урожайности сахарной свеклы. Например, средняя урожайность культуры в 2017 г. составила 50 т/га. Некоторые хозяйства (СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского, «Агрокомбинат Снов» Несвижского района и другие) с каждого гектара посевов сахарной свеклы накапливают по 80–100 т корнеплодов. Такая урожайная результативность позволяет соревноваться с миро-

выми лидерами – странами, занимающимися свеклосахарным производством, например, с Австрией, Бельгией, Германией. В благоприятные годы валовое производство свеклосахарного сырья в сельхозорганизациях Беларуси достигает 5 млн. тонн, что позволяет загружать все белорусские комбинаты почти круглогодичной переработкой корнеплодов.

Основная часть

В процессе подготовки статьи автор опирался на официальные источники информации, опубликованные материалы. Использовались разнообразные методы и приемы: абсолютных и относительных показателей, средних величин, показателей динамики, структуры, сопоставления и др. Следует обратить внимание на то, что в составе библиографических источников недостаточно работ экономической направленности [1–7].

Обеспечение самодостаточных объемов производства свекловичного сырья для оптимальной загрузки и ритмичного функционирования сахарных комбинатов Беларуси – важнейшая задача свеклосеющих сельхозорганизаций. Последовательное решение этой задачи путем повышения урожайности сахарной свеклы выполнимо при обязательном условии – системной интенсификации свекловодческой отрасли. Не следует забывать, что среди многих сельхозкультур сахарная свекла выделяется повышенной требовательностью к комплексу факторов, особенно к высокой гумусной содержательности почв. Образуя немалую урожайную массу, культура выносит из почвы много питательных веществ. Поэтому наиболее высокая производственная результативность достигается в тех сельхозорганизациях, которые обладают большим потенциалом, прежде всего органических удобрений.

В условиях развития товарно-денежных (рыночных) отношений чрезвычайно важно не только интенсифицировать производство, увеличивая объем расходных материалов и труда на единицу полезной площади, но и гармонично сочетать процесс интенсификации с его последствием – всемерной экономией затрат на единицу произведенной продукции. Положительная результативность отраслевой интенсификации может быть достигнута при таком условии, когда темпы роста либо снижения себестоимости продукции не опережают, а отстают от темпов роста материально-трудовых вложений. Соблюдение этого условия обнадеживает производителя продукции на получение прибыльного результата от ее рыночной реализации.

В свеклосахарном производстве Беларуси за период 2011–2018 гг. фактические материально-трудовые затраты в расчете на 1 га посевной площади культуры многократно увеличились. Вместе с тем существенно выросла фактическая себестоимость и реализационная цена продукции [4]. Но за изучаемый период более чем в 3 раза обесценилось содержание белорусской валюты [2]. Корректировка важнейших стоимостных данных на базисные индексы потребительских цен показала, что повышение удельных производственных затрат на 1 га посевов сахарной свеклы сопровождалось относительной стабильностью себестоимости единицы продукции. Рассчитанный коэффициент соотношения между среднегодовым темпом роста себестоимости сахарной свеклы и удельными производственными затратами за период 2011–2018 гг. составил примерно 0,960, что свидетельствует о положительном влиянии интенсификации на себестоимость продукции в свеклосахарной отрасли сельхозорганизаций Беларуси.

Углубленное изучение взаимосвязи интенсификации производства с себестоимостью и другими показателями работы в свеклосахарной отрасли проводилось по отчетным данным сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Агрокомбинат Снов» Несвижского района. Следует отметить, что эта сельхозорганизация расположена в зоне Городейского сахарного комбината и является крупным поставщиком свекловичного сырья. За период 2015–2017 гг. в агрокомбинате «Снов» под посевы сахарной свеклы была занята стабильная площадь пахотных земель – 500 га. За этот период урожайность корнеплодов поднялась с 55,2 до 79,8 т/га, а валовой сбор продукции достиг почти 40 тыс. тонн. Имела место невысокая трудоемкость корнеплодов – не выше 0,65 человеко-часов в расчете на 1 тонну.

Сахарная свекла – культура высокотоварная. В СПК «Агрокомбинат Снов» по существу весь сбор продукции был поставлен на переработку. Это позволяет оценить результативность не только производственной, но и полной (коммерческой) интенсификации свеклосахарной отрасли.

Взаимосвязь производственной и полной интенсификации этой отрасли с соответствующей себестоимостью продукции в агрокомбинате «Снов» за период 2015–2017 гг. можно объективно оценить при условии корректировки стоимостных показателей на базисные индексы потребительских цен [2], которые позволяют учитывать и исключать влияние инфляционных процессов, вызвавших значительную девальвацию белорусской валюты. Отметим, что за изучаемый период белорусский рубль

обесценился больше, чем на 18 %. Динамические изменения взаимосвязи вложений материально-трудовых затрат на 1 га посева сахарной свеклы и себестоимости продукции в СПК «Агрокомбинат «Снов» показаны в табл. 1.

Таблица 1. Динамика удельных материально-трудовых затрат и себестоимости продукции в свеклосахарной отрасли СПК «Агрокомбинат «Снов»

Показатели	Годы			2017 г. в 5 к 2015 г.
	2015	2016	2017	
Фактические показатели				
Удельные материально-трудовые затраты на 1 га посева:				
• полные (коммерческие), руб.	1826	2178	2494	129,5
• производственные, руб.	1752	2054	2362	134,8
• доля производственных расходов в составе полных затрат, %	95,9	94,3	94,7	-1,2 п.п.
Себестоимость 1 т корнеплодов:				
• полная (коммерческая), руб.	32	35	32	100,0
• производственная, руб.	32	33	30	93,8
Базисные индексы потребительских цен, %	100	110,4	118,1	118,1
Скорректированные показатели				
Удельные материально-трудовые затраты на 1 га посева:				
• полные (коммерческие), руб.	1826	1973	2112	115,7
• производственные, руб.	1752	1861	2000	114,2
Себестоимость 1 т корнеплодов:				
• полная (коммерческая), руб.	32	32	27	84,4
• производственная, руб.	32	30	25	78,1

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Из данных табл. 1 видно, что в агрокомбинате «Снов» за период 2015–2017 гг. велась последовательная работа по интенсификации свекловодческой отрасли. Об этом свидетельствует рост удельных материально-трудовых затрат на 1 га посевной площади культуры, причем не только в фактическом, но и скорректированном измерении. Можно отметить, что в процессе реализации продукции доля коммерческих расходов в структуре полных затрат агрокомбината была невысокой (около 5 %). За весь изучаемый период среднегодовые темпы роста интенсификации свеклосахарной отрасли значительно опережали аналогичные показатели полной и производственной себестоимости продукции. Так, коэффициент соотношения среднегодового темпа роста полной (коммерческой) себестоимости и темпа роста удельных полных материально-трудовых издержек был равен 0,854; аналогичный коэффициент соотношения между среднегодовыми темпами роста производственной себестоимости продукции и удельными производственными затратами в свекловодстве составил 0,827. Эти данные убедительно свидетельствуют о положительной результативности интенсификации свекловодческой отрасли агрокомбината «Снов» за период 2015–2017 гг.

Углубленное аналитическое изучение себестоимости продукции, как наиболее сложного экономического показателя, невозможно провести без расчета и оценки структуры себестоимости. Динамические изменения структурных составных частей себестоимости позволяют находить возможные варианты экономии затрат по видам расходных статей, что помогает нацеливать производство на снижение себестоимости продукции. В СПК «Агрокомбинат «Снов» структура себестоимости сахарной свеклы за период 2015–2017 гг. выглядела следующим образом (табл. 2).

Таблица 2. Структура производственной себестоимости 1 т сахарной свеклы в СПК «Агрокомбинат «Снов»

Статьи затрат	2015 г.		2016 г.		2017 г.		В среднем за 2015–2017 гг., %
	руб.	%	руб.	%	руб.	%	
Оплата труда с отчислениями	3,4	10,5	3,2	9,7	3,1	10,4	10,2
Семена	4,4	13,9	4,5	13,7	3,7	12,3	13,3
Удобрения и средства защиты растений	11,1	34,8	14,0	42,5	12,6	42,1	39,8
Содержание основных средств (амортизация)	9,5	29,6	7,7	23,2	5,7	19,0	23,9
Работы и услуги	0,5	1,7	0,3	1,0	0,4	1,2	1,3
ГСМ на технологические цели	2,1	6,7	2,0	6,6	2,5	8,4	7,2
Стоимость энергоресурсов	0,2	0,5	0,2	0,6	0,2	0,5	0,5
Прочие прямые затраты	0,3	0,8	0,2	0,6	0,3	0,8	0,7
Организация производства	0,5	1,5	0,9	2,1	1,5	5,3	3,1
Итого (себестоимость)	32	100	33	100	30	100	100

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл. 2 показывают, что в структуре себестоимости сахарной свеклы СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2015–2017 гг. существенный удельный вес занимала стоимость удобрений и

средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней (в среднем около 40 %). В хозяйстве системно накапливается и вносится в почву немало органических удобрений: в среднем на каждый гектар пахотных земель ежегодно приходится до 50 тонн навоза и перегноя, где единица действующего вещества обходится дешевле, чем в минеральных туках. Значит, при возделывании сахарной свеклы целесообразно отдавать предпочтение внесению органических удобрений, сокращая применение минеральных.

В СПК «Агрокомбинат «Снов» на приобретение средств химзащиты растений в 2015–2017 гг. тратились немалые денежные средства. Например, в 2017 г. на эти цели израсходовано около 20 % всех материальных затрат по растениеводству. Возможно, такие расходы были оправданы сохранностью растениеводческой продукции, в том числе и сахарной свеклы.

Вместе с тем возможная экономия затрат на дорогие химические средства защиты растений заключается в жестком соблюдении сроков и норм внесения этих средств согласно технологическим особенностям роста и развития сельхозкультуры. Важно обратить внимание на то, что по мере расширения «зеленой экономики» химические средства стимулирования и сохранности урожая будут последовательно вытесняться возделыванием натуральных факторов. Это означает, что при переходе на «зеленую экономику» традиционная продукция, насыщенная разнообразными химикатами, на цивилизованном рынке может оказаться невостребованной. Поэтому чрезвычайно важно уже теперь настойчиво и последовательно искать возможные варианты перевода растениеводческих отраслей на натуральные процессы производства продукции.

В структуре производственной себестоимости сахарной свеклы СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2015–2017 гг. значительное место занимала стоимость семенного материала (в среднем более 13 %). В агрокомбинате «Снов» более высокая урожайность культуры в 2017 г. по сравнению с 2015 г. способствовала снижению удельного веса семенного материала на единицу продукции.

Аналитическое изучение структуры производственной себестоимости сахарной свеклы показывает, что в агрокомбинате «Снов» за период 2015–2017 гг. значительное место занимали затраты по оплате труда с отчислениями на социальные нужды (в среднем более 10 %). В свекловодческой отрасли агрокомбината за 2017 г. средняя оплата 1 человеко-часа составляла 5,6 рубля, т.е. за рабочий день механизатор мог заработать почти 45 рублей.

Особое место по значимости и доле затрат в структуре производственной себестоимости свекло-сахарной продукции СПК «Агрокомбинат «Снов» за 2015–2017 гг. занимали амортизационные отчисления от стоимости основных средств (в среднем почти 24 %).

В целях экономии затрат по содержанию основных средств важнее последовательно и неуклонно наращивать объемы производства продукции. Тогда на каждую единицу продукции будет приходиться меньше постоянных затрат, что неизбежно повлияет положительно на снижение себестоимости единицы продукции. Это положение подтверждено положительным динамическим снижением амортизационных отчислений от стоимости основных средств в свеклосахарном производстве СПК «Агрокомбинат «Снов»: за период 2015–2017 гг. удельный вес амортизации сократился с 29,6 до 19 %. Можно отметить, что стоимостная содержательность 1 % амортизационных отчислений в свеклосахарной отрасли агрокомбината за 2017 г. составила более 2,2 тыс. рублей.

В структуре производственной себестоимости сахарной свеклы агрокомбината «Снов» за 2015–2017 гг. значительную долю занимали затраты горюче-смазочных материалов (ГСМ) на технологические цели (в среднем свыше 7 %). Безусловно, возделывание сахарной свеклы – это немалый энергоемкий комплекс работ, выполняемый различными видами технических средств, потребляющих много дорогостоящих ГСМ. Поэтому важно, чтобы в сельхозорганизации работа велась в строгом соответствии с адаптированными нормами расходования ГСМ. Не менее важно вести объективный учет поступления и расхода материалов, исключая факты разбазаривания ГСМ. Только тогда можно рассчитывать на возможную экономию затрат при использовании ГСМ в свеклосахарной отрасли.

Всемерная экономия затрат на производство, снижение себестоимости продукции – это средство повышения рентабельности продукции, укрепления конкурентоспособности отрасли на внутреннем и внешнем рынках.

В связи с этим важно рассчитать и оценить динамические изменения основных результативных экономико-финансовых показателей, характеризующих работу свеклосахарной отрасли в СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2015–2017 гг. Эти данные приведены в табл. 3. Для объективной оцен-

ки табличных результатов стоимостные показатели скорректированы на базисные индексы потребительских цен.

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

Показатели	Годы			2017 г. в % к 2015 г.
	2015	2016	2017	
Фактические показатели				
Выручка от продажи свеклы:				
• на 1 т продукции, руб.	53	77	75	141,5
• на 1 га посева, руб.	3039	4856	5786	190,4
Прибыль от продажи свеклы:				
• на 1 т продукции, руб.	21	43	43	204,8
• на 1 га посева, руб.	1213	2678	3292	271,4
Базисные индексы потребительских цен, %	100	110,4	118,1	118,1
Скорректированные показатели				
Выручка от продажи свеклы:				
• на 1 т продукции, руб.	53	70	64	120,8
• на 1 га посева, руб.	3039	4399	4889	160,9
Прибыль от продажи свеклы:				
• на 1 т продукции, руб.	21	39	36	171,4
• на 1 га посева, руб.	1213	2426	2787	229,8
Доля проданной свеклы в составе:				
• выручки по растениеводству, %	48,1	52,7	49,0	0,9 п.п.
• прибыли по растениеводству, %	43,7	62,8	53,9	10,2 п.п.
Уровень рентабельности проданной свеклы, %	66,4	123,0	132,0	65,6 п.п.

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что свеклосахарная отрасль СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2015–2017 гг. характеризовалась высокой положительной результативностью. Все основные показатели реализации продукции в динамике как фактические, так и скорректированные на базисные индексы потребительских цен, существенно улучшились. Так, скорректированная выручка от продажи 1 т сахарных корнеплодов повысилась более, чем на 20 %, а в расчете на каждый гектар посевной площади выручка поднялась почти на 61 %. Еще более высокими темпами росла прибыль от реализации свеклы в расчете на 1 т продукции (свыше 1,7 раза), а на 1 га посева культуры – почти в 2,3 раза. Такие высокие экономико-финансовые результаты в свекловодческой отрасли агрокомбината «Снов» за изучаемый период были обеспечены за счет гармонического сочетания интенсификации производства, позволившей резко повысить урожайность культуры, и встречной системной экономией затрат, нацеленной на снижение себестоимости продукции.

Целесообразно обратить особое внимание на то, что в агрокомбинате «Снов» за счет производства и продажи больших объемов сахарной свеклы по существу половина денежной выручки от растениеводческой продукции за 2015–2017 гг. была обеспечена за счет реализации свеклосахарных корнеплодов. В агрокомбинате высокими результатами характеризовался уровень рентабельности проданной продукции: за изучаемый период этот важнейший рыночный показатель последовательно повышался ускоряющимися темпами. Высокая производственная, экономическая и финансовая результативность ведения свеклосахарной отрасли в СПК «Агрокомбинат «Снов» за период 2015–2017 гг. показывает, что при условии благоприятного сочетания основных факторов производства возможно обеспечить высокодоходный аграрный бизнес.

Заключение

Свекловичный сахар постоянно востребован на внутреннем и внешнем рынках. Умеренное потребление этого продукта в сочетании со многими необходимыми продуктами питания не оказывает негативного влияния на здоровье человека. Сахар, как умеренно калорийный продукт, особенно востребован в питании людей, которым приходится систематически заниматься физическим трудом.

В этих условиях употребление сахара способствует быстрому восстановлению утраченных сил. За последние годы суточное потребление сахара в расчете на душу населения Беларуси составляет в среднем 100 граммов. Но республика не только полностью обеспечивает население сахаром, но и значительные объемы этого продукта поставляет на экспорт в страны, где сахара недостаточно.

Ежегодно за рубеж поступает из Беларуси более 400 тыс. т свекловичного сахара [4], тем самым пополняя внешний рынок популярным и важным сладким продуктом. Если учесть, что производство

и реализация свеклосахарного сырья для многих сельхозорганизаций характеризуется устойчиво прибыльным предприятием, то можно с уверенностью считать свекловодческую отрасль Беларуси надежным аграрным бизнесом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла на Несвижчине: монография / Н. П. Вострухин. – Минск, 2007. – 175 с.
2. Индексы потребительских цен по Республике Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/tseny-potrebitelskie-tseny-operativnye-dannye/indeksy-potrebitelkich-tsen-po-respublike-belarus/>.
3. Предложения по интенсификации и повышению эффективности товарных отраслей растениеводства / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2007 – 35 с.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2019. – 212 с.
5. Шундалов, Б. М. Сахарная свекла в восточных регионах Беларуси / Б. М. Шундалов // Вестник БГСХА, 2015 – №3. – С. 28–32.
6. Шундалов, Б. М. Экономическая эффективность производства и реализации сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2017. – 245 с.
7. Шундалов, Б. М. Основные тенденции производства и факторы снижения материалоемкости сельскохозяйственной продукции: монография / Б. М. Шундалов. – Горки: БГСХА, 2019. – 304 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОКОМБИНАТОВ БЕЛАРУСИ

В. С. ПРУДНИКОВА

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

(Поступила в редакцию 01.04.2020)

Целью современной рыночной экономики любой страны становится укрепление экономического состояния сельского хозяйства в рыночных условиях. Эта цель может быть достигнута только лишь при наличии конкурентного преимущества, такого как цена, качество и т.д. Достижение высокого качества продукции и при этом низкой цены на нее возможно при развитии стабильных, а главное, прибыльных аграрных комбинатов.

Возникновение и развитие агрокомбинатов Беларуси было связано с важнейшей задачей экономики – обеспечением продовольственной безопасности государства. На современном этапе агрокомбинат – многоотраслевой комплекс, объединяющий в себе производство сельскохозяйственного сырья, его переработку и реализацию конечной продукции потребителю.

Важнейшим фактором успешного функционирования агрокомбинатов является развитие и эффективное управление их ресурсным потенциалом. Интенсивное увеличение производственно-экономического потенциала аграрных комбинатов возможно за счет привлечения внешнего заемного капитала. Но в жестких условиях привлечения кредитных средств основным источником увеличения ресурсного потенциала все же остаются собственные средства предприятия.

Сложность проведения оценки ресурсного потенциала заключается в неравномерности развития его основных компонентов: основных средств, трудовых, материальных, инновационных, финансовых, производственных ресурсов, что говорит о необходимости постоянного и разностороннего контроля, а также поиска путей наиболее рационального сочетания составных элементов.

На основании официальных данных бухгалтерской годовой отчетности за период 2016–2018 гг. проанализирован ресурсный потенциал 23 аграрных комбинатов Беларуси разных областей и форм собственности. По результатам проведения анализа составлен рейтинг агрокомбинатов, критерием формирования которого выступает минимум суммы баллов по основным показателям производственно-экономического потенциала.

Необходимо обратить внимание на то, что в составе современной экономической литературы недостаточно источников посвященных теоретическим основам формирования современных агрокомбинатов, имеются лишь отдельные опубликованные материалы, характеризующие практическую сторону функционирования аграрных комбинатов.

Ключевые слова: агрокомбинат, ресурсный потенциал, рейтинговая оценка, ранговая модель, анализ.

The goal of modern market economy of any country is to strengthen the economic condition of agriculture in market conditions. This goal can only be achieved if there is a competitive advantage, such as price, quality, etc. Achieving high quality products and at the same time low prices for them is possible with the development of stable, and most importantly, profitable agricultural enterprises.

The emergence and development of agricultural enterprises in Belarus was associated with the most important task of the economy – ensuring the food security of the state. At the present stage, the agricultural complex is a diversified complex that combines the production of agricultural raw materials, their processing and the sale of final products to the consumer.

The most important factor in the successful functioning of agricultural enterprises is the development and effective management of their resource potential. An intensive increase in the production and economic potential of agricultural enterprises is possible by attracting external borrowed capital. But in the harsh conditions of attracting credit, the main source of increasing the resource potential is still the company's own funds.

The difficulty of assessing the resource potential lies in the uneven development of its main components: fixed assets, labor, material, innovative, financial, production resources, which indicates the need for constant and comprehensive monitoring, as well as finding ways to make the most rational combination of components.

On the basis of official data of annual financial statements for the period 2016–2018, the resource potential of 23 agricultural enterprises of Belarus in different areas and forms of ownership was analyzed. Based on the results of the analysis, a rating of agricultural enterprises was compiled, the criterion for the formation of which is the minimum amount of points for the main indicators of production and economic potential.

It is necessary to pay attention to the fact that in the composition of modern economic literature there are not enough sources devoted to the theoretical foundations of modern agricultural enterprises formation, there are only a few published materials characterizing the practical side of functioning of agricultural complexes.

Key words: agricultural complex, resource potential, rating assessment, ranking model, analysis.

Введение

Республика Беларусь стремится не только сохранить уже достигнутый уровень продовольственной безопасности, но и повысить конкурентоспособность отечественной продукции, тем самым наращивая экспортный потенциал. Одним из главных направлений для решения этой задачи является совершенствование моделей функционирования сельскохозяйственных организаций путем создания специализированных и многоотраслевых хозяйств различных размеров, типов и организационно-правовых форм. Одним из наиболее эффективных видов хозяйствования может быть создание и укрепление агрокомбинатов, которые самостоятельно производят сельскохозяйственное сырье, перерабатывают его на готовую продукцию и реализовывают потребителю.

Современный агрокомбинат – организационно- технологическое объединение сельского хозяйства и промышленности, с целью обеспечения скоординированной деятельности, основа которого состоит в рациональной концентрации и специализации, что позволяет целенаправленно повышать социально-экономическую эффективность производства, переработки сельскохозяйственного сырья, реализации готовой продукции. Такая форма хозяйствования, как агрокомбинат, позитивно зарекомендовала себя, как сложившаяся на практике модель крупных агропромышленных формирований местного уровня. Аграрные комбинаты могут позитивно функционировать при условии достаточности высококачественной сырьевой базы для полного ресурсного обеспечения имеющихся животноводческих комплексов, птицефабрик, и следовательно, достаточной загрузки сырьем собственных перерабатывающих мощностей. При этом агрокомбинаты могут иметь собственную товаропроводящую сеть на внутреннем и внешнем рынках. [1] Агрокомбинат характеризуется как форма организации крупнейшего агропромышленного производства с единым производственным комплексом, объединяющим несколько технологически связанных производств разных отраслей в единую цепь: производство – переработка – прилавок потребителя. Создание агрокомбинатов и их успешное функционирование позволяет решить важнейшую проблему экономики – укрепить экономико-финансовое состояние сельского хозяйства в рыночных условиях. Под успешным функционированием агрокомбината следует понимать его самоокупаемость и возможность самофинансирования, к чему приводит эффективная углубленная переработка собственно выращенного сырья; при этом важно соблюдать не только глубину переработки, но и повышать качество продукции.

Эффективность работы сельскохозяйственных организаций, в первую очередь, зависит от отдачи вложенных затрат и рационального использования ресурсов. В нашей стране ежегодно выделяются значительные средства на закупку и обновление производственного потенциала хозяйств. Однако, вложение инвестиций в основные и оборотные производственные средства далеко не всегда способствуют росту прибыли и доходов, так в экономике известно немало случаев, когда вложение средств не только не окупаются, но и приводит к негативным результатам. Исходя из вышеизложенного проведение сравнительной рейтинговой оценки аграрных комбинатов по ресурсному потенциалу следует считать актуальным.

Основная часть

При сборе и анализе необходимой информации об агрокомбинатах Беларуси использовались разнообразные приемы: статистического наблюдения, абсолютных, относительных и средних показателей, а также приемы сравнения, сопоставления, ранговый прием и другие. Основным источником информации при проведении аналитической работы послужили данные годовых отчетов аграрных комбинатов за период 2016–2018 гг. При этом был разработан и применен комплекс взаимосвязанных показателей, характеризующих ресурсный потенциал каждого агрокомбината.

Необходимо обратить внимание на то, что в современной экономической литературе недостаточно источников, посвященных теоретическим основам формирования и функционирования современных агрокомбинатов.

Ресурсный потенциал организации характеризуется сложной системой показателей, находящихся во взаимосвязи и взаимозависимости. Основопологающими элементами данной системы являются природный, материально-технический, трудовой, инновационный потенциалы. Поэтому мало говорить только о наличии сельскохозяйственных и пахотных земель, имеющихся в конкретной организации, важнее обращать внимание на качество этих земель. За счет высокой продуктивности земель хозяйство может получить больше высококачественного сырья, из которого можно произвести необходимые корма для сельскохозяйственных животных, что позволяет существенно сэкономить затраты на производство и переработку продукции. Поэтому важно не только иметь высокопродуктивные сельскохозяйственные и пахотные земли, но и рационально их использовать.

Материальные объекты перерабатывающих комплексов, используемые для производства сырья и его переработки, являются основными средствами производства. Однако для производства готовой продукции недостаточно одних средств труда, необходимы также сырье и заготовки, которые являются предметами труда. Но для закупки предметов труда и выплаты заработной платы работникам организации необходимы денежные средства, которые являются оборотными производственными средствами. Рациональное сочетание среднегодовой стоимости основных и оборотных производственных средств во многом свидетельствует о финансовом состоянии агрокомбинатов и уровне их стабильности.

Ключевой особенностью агрокомбинатов является углубленная переработка сельскохозяйственного сырья и производство готовой конечной продукции. Исходя из вышеизложенного, актуальным бу-

дет обратить внимание на натуральный объем реализованной продукции, а также на уровень переработанного сырья по отношению к валовому производству. Основные показатели ресурсного потенциала для проведения рейтинговой оценки представлены и зашифрованы в табл. 1.

Таблица 1. Показатели ресурсного потенциала аграрных комбинатов

Обозначение	Наименование показателей
А	Площадь сельскохозяйственных земель, га
В	Площадь пахотных земель, га
С	Качество сельскохозяйственных земель, балл
Д	Качество пахотных земель, балл
Е	Среднегодовая стоимость основных производственных средств, тыс. руб
Ф	Среднегодовая стоимость оборотных производственных средств, тыс. руб
Г	Число работников, производственной сферы, чел
Н	Объем реализованного переработанного сырья, тонн
І	Уровень переработанного сырья по отношению к валовому производству, %

Аналитические данные сельскохозяйственных организаций, попадающих под статус «Агрокомбинат», были подвержены тщательному отбору. Так как основными задачами агрокомбината являются производство сельскохозяйственного сырья, производство готовой продукции и реализация конечных продуктов потребителю. В процессе разработки данных главное внимание обращалось на содержательность формы 7-АПК бухгалтерской отчетности, из которой видно, сколько и какой продукции животноводства собственного производства было переработано и реализовано в переработанном виде. Отобранные агрокомбинаты для проведения рейтинговой оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2. Общая характеристика агрокомбинатов для оценки ресурсного потенциала

№	Наименование организации	Организационно-правовая форма	Район расположения
1	«Беловежский»	Открытое акционерное общество (ОАО)	Каменецкий
2	Агрокомбинат «Дзержинский»	Открытое акционерное общество (ОАО)	Дзержинский
3	Агрокомбинат «Ждановичи»	Унитарное предприятие (УП)	Минский
4	Агрокомбинат «Юбилейный»	Республиканское сельскохозяйственное унитарное предприятие (РСУП)	Оршанский
5	«Обухово»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Гродненский
6	Агрокомбинат «Южный»	Республиканское сельскохозяйственное унитарное предприятие (РСУП)	Гомельский
7	СГЦ «Западный»	Республиканское сельскохозяйственное унитарное предприятие (РСУП)	Брестский
8	«Щучинагропродукт»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Щучинский
9	Агрокомбинат «Заря»	Закрытое акционерное общество (ЗАО)	Могилевский
10	«Урицкое»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Гомельский
11	«Большевик-Агро»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Солигорский
12	«Крутогорье-Петковичи»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Дзержинский
13	Агрокомбинат «Холмеч»	Коммунальное унитарное сельскохозяйственное предприятие (КСУП)	Речицкий
14	«Першаи-2003»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Воложинский
15	Агрокомбинат «Снов»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Несвижский
16	«Лань-Несвиж»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Несвижский
17	«Новая жизнь»	Открытое акционерное общество (ОАО)	Несвижский
18	Комбинат «Восток»	Коммунальное унитарное сельскохозяйственное предприятие (КСУП)	Гомельский
19	«Маяк Браславский»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Браславский
20	«Нива-2003»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Гродненский
21	Агрокомбинат «Новый путь»	Коммунальное унитарное сельскохозяйственное предприятие (КСУП)	Добрушский
22	Совхоз «Коммунист»	Коммунальное унитарное сельскохозяйственное предприятие (КСУП)	Ельский
23	Агрокомбинат «Днепр»	Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК)	Жлобинский

Для объективной комплексной оценки ресурсного потенциала агрокомбинатов был применен метод рейтинговой оценки. По нашему мнению, более обоснованным является именно комплексный подход к оценке потенциала агрокомбинатов, так как он позволяет дать разностороннюю оценку деятельности каждого хозяйства.

Применение рейтинговой оценки дает возможность определить наиболее сильные стороны агрокомбинатов и тем самым дать направления для повышения эффективности производства. Более того, с помощью рейтинговой оценки может быть выделен агрокомбинат – лидер на фоне всех организаций, так как для определения рейтинга вводится балльная оценка, которая характерна для каждого

хозяйства. Критерием формирования рейтинга выступает минимум суммы баллов по всем показателям. Таким образом, сформированная ранговая модель включает в себя 23 хозяйства по 10 основным показателям, характеризующим комплексный ресурсный потенциал за 2016–2018 гг. Результаты рейтинговой оценки ресурсного потенциала агрокомбинатов представлены в табл.3.

Из данных табл. 3 следует, что по комплексу показателей ресурсного потенциала наименьшую сумму мест (баллов) за период 2016–2018 гг. имело открытое акционерное общество (ОАО) «Беловежский» Каменецкого района. Среди всех отобранных агрокомбинатов это хозяйство занимало одно первое место, 4 – вторых, 2 – третьих, а также одно – восьмое и одно- девятое место по важнейшим производственно- экономическим показателям, характеризующим общий ресурсный потенциал. ОАО «Беловежский» помогло вырасти четырем низкорентабельным и убыточным хозяйствам района, что привело к укрупнению хозяйства и росту объемов продукции. В связи с этим появилась необходимость постройки собственного мясокомбината. Теперь ОАО «Беловежский» производит колбасные изделия, полуфабрикаты; работает линия по производству пельменей и чебуреков [3].

Наиболее крупное в Беларуси ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» в рейтинговой табл. 3 за изучаемый период имело 5 первых позиций, одно- второе место, одно – третье, но по качеству пахотных земель занимало лишь 14-е место, а по качеству сельскохозяйственных земель – 15 строку. Производственная площадка ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» – это высокотехнологическое производство замкнутого цикла, которое начинается от получения суточного прироста живой массы скота и заканчивая выпуском и реализацией готовой продукции. Убойный цех может переработать за год до 17 тысяч тонн продукции, что позволяет агрокомбинату ежемесячно производить свыше 100 тонн готовой продукции [4].

В рейтинговой табл. 3 на третьем месте оказалось УП «Агрокомбинат «Ждановичи», которое показало относительно устойчивые результаты по 7 показателям, однако заняло 12 место по объему реализованного переработанного сырья. Из исторических сведений [5] известно, что УП «Агрокомбинат «Ждановичи» на протяжении многих лет выпускает высококачественную конкурентоспособную продукцию.

Таблица 3. Рейтинговая оценка производственно-экономического потенциала агрокомбинатов

№ хозяйства	Показатели и занятые места									Общее количество баллов
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	2	1	8	9	3	2	2	3	2	32
2	1	2	15	14	1	1	1	1	3	39
3	3	3	6	7	2	3	4	12	15	55
4	5	4	14	15	10	6	7	5	4	70
5	14	11	1	1	12	4	9	9	12	73
6	15	14	7	6	7	7	8	6	5	75
7	4	6	16	17	4	5	5	7	13	77
8	8	8	5	4	13	13	10	11	11	83
9	12	12	9	16	14	9	6	4	7	89
10	7	7	18	19	6	12	12	10	9	100
11	11	10	4	5	5	14	16	18	20	103
12	16	17	10	8	11	11	14	8	10	105
13	6	5	9	20	9	8	13	21	21	112
14	9	9	12	10	15	18	17	16	8	114
15	18	19	17	18	16	22	3	2	1	116
16	20	15	3	3	19	16	18	15	18	127
17	22	21	2	2	22	17	19	17	14	136
18	21	22	11	13	8	10	11	21	21	138
19	10	13	21	21	18	15	15	14	16	143
20	17	16	13	12	17	21	20	19	17	152
21	23	23	15	11	21	20	22	13	6	154
22	13	18	20	22	20	19	21	20	19	172
23	19	20	17	18	23	22	23	21	21	184

Вместе с тем результаты проведения рейтинговой оценки производственно-экономического потенциала агрокомбинатов показали, что не все хозяйства работали с позитивной тенденцией. Так, например, СПК «Агрокомбинат «Днепр» заняло два последних места и набрало максимальное количество баллов, что привело к последней строчке в рейтинге.

Заключение

В настоящее время по проблеме формирования и успешного функционирования агрокомбинатов Беларуси недостаточно специальной экономической литературы, за исключением отдельно опубликованных материалов, характеризующих практическую сторону функционирования конкретных аграрных комбинатов. Для достижения позитивных результатов современные агрокомбинаты вынуждены заниматься не только производством сельскохозяйственного сырья, но и вести его разностороннюю переработку, которая не всегда приносит доход. На это уходит много времени и денежных средств, так как не разработаны теоретические подходы формирования и функционирования аграрных комбинатов. Разработка и совершенствование методических аспектов их работы может позволить хозяйствам больше перерабатывать сырья и производить готовой продукции с наименьшими затратами.

Проведение рейтинговой оценки ресурсного потенциала и распределение агрокомбинатов Беларуси согласно занятым ранговым местам нацелено на неуклонный рост общего уровня их работы и повышение финансовой устойчивости каждого хозяйства. По-видимому, большинство аграрных комбинатов пока не исчерпывают свой производственно-экономический потенциал, что оказывает существенное влияние, например, на объем реализованной готовой продукции. Но в некоторых хозяйствах, несмотря на их небогатый ресурсный потенциал, уровень переработанного сырья по отношению к его валовому производству значителен. Исходя из этого можно считать, что не все аграрные комбинаты в полной мере соответствуют своему статусу.

Одной из основных задач продовольственного рынка остается его расширение, которое обуславливается постоянным ростом рыночных потребностей. Однако эта задача решается чрезвычайно сложно. Одним из путей выхода из сложившейся ситуации является углубленное развитие и совершенствование уже имеющихся агрокомбинатов. Только сбалансированное, гармоничное сочетание потенциального производства собственных сырьевых ресурсов, технической и технологической промышленной переработки сырья, выгодной реализации конечных продуктов позволит ритмично производить продукцию, углублять ее переработку, расширять виды готовой продукции и продавать эту продукцию за высокую цену, при этом с минимум затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжук, С. Г. Ресурсный потенциал организации / С. Г. Рыжук, Е. И. Овачук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2012. – С. 115–119.
2. Исаенко, В. Е. ОАО «Беловежский»: лидерство, подтвержденное годами: [интервью с зам. генерального директора ОАО «Беловежский» О. В. Сухорукова] / В. Е. Исаенко // Наше сельское хозяйство. – 2015. – С. 6.
3. Брожина, Ю. «Агрокомбинат «Дзержинский»: встал на крыло: [интервью с управляющим ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» П. Казакевич] / Ю. Брожина // Минская правда. – 2019. – С. 12.
4. Чуйко, Г. П. Агрокомбинат «Ждановичи»: успех предприятия кроется в сплоченном коллективе / Г. П. Чуйко // Знак качества. – Минск, 2014. – С. 60–62.
5. Шундалов, Б. М. Методические особенности комплексной рейтинговой оценки / Б. М. Шундалов // Вестник БГСХА. – 2015. – №4. – С. 5–10.
6. Шундалов, Б. М. Ранговая оценка потенциала рыночных конкурентов АПК / Б. М. Шундалов // Вестник БГСХА. – 2006. – №3. – С. 20–24.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ ЛЬНЯНОГО БИЗНЕСА

С. И. АРТЕМЕНКО, А. М. АРТЕМЕНКО

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

(Поступила в редакцию 06.04.2020)

Взаимопроникновение в социально-экономические науки концепций и теорий из естественных наук с присущей им терминологией способствовало появлению множества оригинальных концепций взаимодействия социально-экономических объектов. В статье описано применение трёх известных подходов к идентификации отношений между субъектами в льняном бизнесе. По тексту статьи раскрыто содержание каждого из отношений, рассмотрены вариации отношений конкуренции, безразличия, кооперации. В частности, установлено отсутствие отношений конкуренции на локальном рынке между производителями Франции, Бельгии, Нидерландов и белорусскими льнозаводами; наличие частичной конкуренции их за ресурсы через ограничение поставки импортных машин комплектов и семян; полная конкуренция льнокомбината с китайскими прядильными фабриками за отечественное волокно номеров 11–14, что предопределило отношения доминирования, а невозможность удовлетворения спроса из одного источника – отношений координации; отношения частичной конкуренции между не модернизированными льнозаводами.

Сделан вывод, что известные типологии взаимоотношений участников бизнеса не позволяют описать всё многообразие отношений между участниками льняного подкомплекса, что требует их модификации в соответствии с целями исследования. В типологию из восьми видов отношений между участниками одного класса систем предложено добавить отношения доминирования, возникающие в результате создания временной монополии. Это позволит описать проблемные места в отношениях между льнокомбинатом и льнозаводами.

Ключевые слова: лён, отношения, конкуренция, коэволюция, кооперация, временная монополия.

The interpenetration of concepts and theories from the natural sciences with the inherent terminology in socio-economic sciences has contributed to the emergence of many original concepts of the interaction of socio-economic objects. The article describes the application of three well-known approaches to identifying relationships between subjects in the flax business. The text of the article reveals the content of each of the relations, considers the variations and shades of the relations of competition, indifference, cooperation. In particular, we have established the absence of competition relations in the local market between manufacturers of France, Belgium, the Netherlands and Belarusian flax mills; their partial competition for resources by restricting the supply of imported machine sets and seeds; full competition of the linen factory with Chinese spinning factories for domestic fiber numbers 11–14, which predetermined the dominance relationship, and the impossibility of satisfying demand from one source – coordination relations; partial competition relations between non-modern flax plants.

It is concluded that the well-known typologies of relationships between business participants do not allow us to describe the diversity of relations between participants in the flaxseed subcomplex, which requires modification in accordance with the objectives of the study. It is proposed to add dominance relations resulting from the creation of a temporary monopoly to the typology of eight types of relations between participants in one class of systems. This will allow us to describe the problem areas in the relationship between the linen factory and flax plants.

Key words: flax, relations, competition, co-evolution, cooperation, temporary monopoly.

Введение

Во второй половине XX-го века усилилось взаимопроникновение в социально-экономические науки концепций и теорий из естественных наук с присущей им терминологией, что придало первым определённый импульс развития. Появилось множество оригинальных концепций, описывающих взаимодействия социально-экономических объектов. Вместе с тем, перенос фундаментальных понятий из одной дисциплины в другую совместно с наличием определённой вариации их содержания и лингвистическими особенностями, сопряжён со сложностью удержания в рамках общепринятых трактовок социально-экономических дисциплин.

Так, справедливо оценивая сложность для исследователей провести различия между симбиотическими отношениями и определёнными формами комменсализма, приняв за основу теорию структуры сообщества Амоса Хоули, согласно которой, сообщество развивается по двум осям и является симбиотически-комменсалистским, и признав некоторое отклонение от общепринятой трактовки типов отношений (relationships) видов при взаимодействии (interactions; ранее – co-actions – совместных действий), Aldrich Н. Е. и Rueff, М. [1, С. 209–243] выстроили одну из наиболее развёрнутых и цитируемых типологий взаимодействия между организациями и их сообществами. В основу их типологии взаимодействий заложен механизм, благодаря которому «процессы конкуренции (competition) и сотрудничества (cooperation) внутри организационного сообщества сортируют популяции в дифференцированные ниши и доминирующие популяции вытесняют других на подчиненные позиции и вспомогательные роли» [1, С. 240]. Было выделено 8 типов отношений, включая 6 форм комменсализма по линии от конкуренции к сотрудничеству через нейтральные отношения, симбиоз и доминирование. По их мнению, с помощью координационных механизмов можно управлять разнообразием конкурентных, симбиотических и взаимных зависимостей среди популяций.

Данная типология и её модификации способствовали объяснению ряда сложных структур взаимодействия между субъектами и отраслями, но при этом нуждались в сборе значительного количества данных. Поэтому наибольшее распространение получили модификации типологии с более узким набором отношений (как правило, осью сотрудничества и конкуренции). Так, с помощью критериев «потребность в определённых ресурсах цепочки стоимости и позиция участника» Bengtsson, M. и др. [2] выделили четыре типа отношений среди конкурентов:

1. Coexistence – совместное существование в то же время или в том же месте, нет экономического взаимодействия, есть социальный и информационный обмен, достаточно ресурсов и позиция сильна.

2. Competition – конкуренция, обмен социальный и информационный, нет нужды в ресурсах, сильная позиция.

3. Cooperation – сотрудничество, обмен ресурсами, социальный и информационный обмен, нужда в ресурсах, отсутствие сильной позиции.

4. Co-opetition – сотрудничество между конкурентами, комбинация сосуществования (coexistence) и сотрудничества (cooperation), нет ресурсов экономических, социальных и информационных, сильная позиция.

Континуум отношений между участниками льняного бизнеса, независимых от социально-экономической системы (рыночной, централизованного планирования) нами принят из работы Клейнера Г. Б. [3, с. 69], составившего по критериям наличия или отсутствия функциональных связей, обмена оперативной информацией и обмена перспективной информацией полный список из восьми видов взаимоотношений между системными субъектами экономики.

Вместе с тем анализ работ [2–10] свидетельствует о сложной и многоуровневой природе сотрудничества и конкуренции между системными субъектами экономики, которую практически невозможно объяснить с помощью одной методики.

Цели исследования – выявить ограничения традиционных методик при идентификации отношений между субъектами в льняном бизнесе, обосновать целесообразность использования модифицированной методики.

Основная часть

С помощью типологии Aldrich Н. Е. и Rueff, М. можно объяснить, какая ниша выступает в качестве ресурса роста или деградации субъектов (табл. 1).

Таблица 1. Типология восьми форм взаимозависимости организаций и их сообществ

Виды взаимодействия	Влияние на участников взаимодействия	Содержание понятия	Проявление в льняном подкомплексе
1. Комменсализм – взаимозависимость одной формы			
Полная конкуренция	–;–	Ниши пересекаются, увеличение в одной уменьшает рост в другой	Рост посевов рапса уменьшает площади льна-долгунца
Частичная конкуренция	–;0	Отношения ассиметричны, только одна негативно влияет на другую	Рост спроса на трёпаное длинное волокно поглощается отдельными льнозаводами, тогда как другие не могут воспользоваться этим ростом (преимущественно короткое волокно)
Хищническая конкуренция	–;+	Один участник расширяется за счёт другого	Площади растут у всех производителей льна Франции за счёт сокращения в других отраслях
Нейтральность	0;0	Участники находятся в одной нише, но относительно слабо влияют друг на друга	Нет конкуренции с другими производителями (картофеля, молочными фермами), так как они уменьшаются из-за недостатка спроса, а не увеличения посевов льна
Частичная взаимность	+;0	Отношения ассиметричны, только одна группа получает пользу от присутствия другой	Импорт трёпаного длинного волокна укрепляет национальных производителей длинного волокна
Полная взаимность	+;+	Ниши перекрываются, участники выигрывают от присутствия другого	Плотные посевы в компактной сырьевой зоне льнозавода поддерживают возникновение новых посевов на удалении. Рост посевов картофеля способствует росту посевов льна за счёт совместного вытеснения сахарной свёклы
2. Симбиоз – взаимозависимость разных форм			
Симбиоз	+;+	Участники в разных нишах, и каждая из них выигрывает от присутствия другой	Больше денег у экспорт сортировочных льнобаз, тем больше они могут инвестировать в методы оценки волокна; Предприятия первичной обработки льна получают прибыль, инвестируя в высокотехнологичные венчурные предприятия глубокой переработки льняного волокна, позволяя обеим отраслям расти
3. Доминирование		Контролирует поток ресурсов для другой популяции	РУППП «Оршанский льнокомбинат» контролирует поток отечественного трёпаного длинного волокна

+ – положительное влияние; – отрицательное влияние; 0 – нейтральное влияние

Примечание. Источник [1, С. 244] и авторская интерпретация.

Так, рост импорта трёпаного длинного волокна РУПТП «Оршанский льнокомбинат» (далее – льнокомбинат) со 103 т в 2014 г. до 1289 т в 2019 г. призван заместить недостающее количество длинного волокна для удовлетворения имеющегося спроса на высоко номерную пряжу и обеспечить более полную загрузку возросших в ходе модернизации мощностей (с 6,4 до 8,2 тыс. т в год). Это свидетельствует об отсутствии отношений конкуренции на локальном рынке между производителями Франции, Бельгии, Нидерландов и белорусскими льнозаводами, поскольку в условиях монополистической конкуренции (дифференцированный продукт, разный уровень цен, возможность переключения с одного на другой), белорусские и иностранные производители удовлетворяют пересекающийся (по сорт номерам 12–13) с меняющейся пропорцией в поставках сторон объём спроса (доля длинного волокна номер 12,00 и выше в общем объёме поставки белорусскими льнозаводами снизилась с 50,1 % в 2008 г. до 18,3 % в 2014 г. и 9,2 % в 2019 г.). Прекращение импорта высоко номерного волокна льнокомбинатом привело бы к потерям товарной продукции 17,3 % за 2018 г. и 19,1 % за 2019 г., рентабельность от реализации продукции (работ, услуг) в 2019 г. составила бы только 3,8 % вместо 12,2 %, не дополучили бы 3,6 млн рублей налогов из прибыли, что свидетельствует об отношениях частичной взаимности.

Вместе с тем, рост посевов льна в трёх основных странах Западной Европы в 2019 г. достиг 140 тыс. га, что на 13,8 % выше уровня 2018 г. и на 32 % выше уровня 2016 г. [11], что сдерживает расширение посевов в Беларуси (уборочная площадь льна-долгунца составила 48,9 тыс. га в 2019 г. против 44,4 тыс. га в 2016 г. или рост на 10,1 %) через ограниченную поставку импортных машин комплектов и семян, что свидетельствует о частичной конкуренции.

Избирательное приобретение трёпаного длинного волокна льнокомбинатом у льнозаводов указывает на существование отношений полной конкуренции льнокомбината с китайскими прядильными фабриками за отечественное волокно номеров 11–14, что требует установления отношений доминирования, а невозможность удовлетворения спроса льнокомбината из одного источника – на отношения координации, не охватываемое выше приведенной типологией. Импорт сырья даёт льнозаводам время для приобретения навыков получения длинного волокна (отношения частичной взаимности), поддерживает объём спроса на волокно отечественного производителя и способствует появлению эффективных национальных производителей трёпаного длинного волокна (табл. 2).

Таблица 2. Результаты обработки льна-долгунца ОАО «Горкилён»

Годы	Выработано волокна, т	В т. ч. трёпаного длинного волокна, т	Удельный вес трёпаного длинного волокна, %
2014	1576	451	28,61
2015	1801	588	32,64
2016	1998	682	34,13
2017	1988	734	36,92
2018	2319	864	37,26
2019	2545	932	36,62

Примечание. Годовые отчёты ОАО «Горкилён» и авторский расчёт.

Белорусские льнозаводы часть длинного волокна, не соответствующего требованиям льнокомбината, продают ряду китайских прядильных компаний с принципиально другой технологией отбеливания. При этом часть ресурсов для возделывания льна они получают от льнокомбината, нахождение которого с ними в отношениях доминирования не может гарантировать последнему снятие проблем с поставкой длинного льняного волокна. Немодернизированные льнозаводы, такие как ОАО «Мстиславльлён», ОАО «Хотимский льнозавод», ОАО «Льозненский льнозавод», вынужденные специализироваться на коротком волокне, находятся в отношениях частичной конкуренции между собой. Не имея возможности самостоятельно произвести модернизацию, не получив поддержки государства ранее и не имея перспектив на получение её в дальнейшем, поскольку спрос внутреннего рынка на трёпаное длинное волокно потенциально исчерпан модернизированными льнозаводами, отношения с которыми у них характеризуются как полная конкуренция.

Чтобы справляться с полями в секторах на более чем 100 км удалённых от места переработки, необходим иной способ организации отношений с производителями тресты, чем традиционно используемый в Беларуси. Так, между новыми, пока ещё разрозненными участками на удалении от «ядра» территории снабжения с высокой плотностью участков, сформировавшихся относительно недалеко от места переработки, складываются отношения полной взаимности. Такое возможно в связи с различными требованиями «ядра» и удалённых участков территории снабжения: «ядро» способствует созданию участков в удалённых регионах, обеспечивая обработку тресты на недорогих условиях, что компенсирует рост последним транспортных расходов, а «ядро» получает рост устойчивости бизнеса, дополнительную выручку и расширение зоны влияния (отношения доминирования или локальной монополии).

Типология Bengtsson, M. и др. позволяет объяснить дополнительно к ранее описанным отношениям сосуществования французских кооперативов Opalin и LA Liniere с шестью частными производителя-

ми DeCock S.A., Jean Decock S.A., Van Robaeys Frères, Vanhersecke Frères S.A.R.L, Vandembulcke S.A.S., Société Michel Dewynter SAS, а также последних между собой. Традиционно считается, что условием возникновения конкурентных отношений являются одни и те же рынки ресурсов, работ и услуг для всех участников отрасли. Так, Van Robaeys Frères и DeCock S.A. производят наём одних и тех же сельскохозяйственных предпринимателей для уборки (компании Roofers, Brygo André Et Philippe, Eta Vantorre Et Fils), местных жителей в качестве персонала, одни и те же специализированные компании для ремонта.

В связи со сложной и многоуровневой природой сотрудничества и конкуренции между системными субъектами экономики нами выделены вариации отношений и идентифицирован новый ряд отношений в льняном подкомплексе (табл. 3).

Таблица 3. Идентификация возможных отношений в льняном подкомплексе на основании типологии отношений между системными субъектами экономики

Континуум отношений	Содержание понятия	Вариации значений	Отношения в льняном подкомплексе
Безразличие	Отсутствие каких-либо контактов	Не соперник (равный), сосуществование; беспристрастность (отсутствие предубеждений, терпимости), нет эмоциональных реакций (страсти, участия, сопереживания)	Отнестись к предложению предоставить 0,2 га полей для опытов с безразличием или даже сарказмом, встречное предложение – возделывать 30–60 га. В рамках отношения подчинения выделить залежь, мало окультуренные участки (нет известкового хлороза, но есть дополнительные затраты)
Конкуренция	Отношения равноправного соперничества (общая сфера притязаний и устойчивое противостояние интересов). Конфликт (расширенный вариант) – противодействие во всех направлениях	Состязательность (competitiveness, реже – competition) соревновательность, конкурентность, конкурентность), соперничество (превзойти; равенство в определённом отношении (достойный соперник). Хищническая, частичная полная	Льнозаводы за семена для посева как импортные, так и отечественные; за технику по лизингу лимитированную
Контактирование	Спорадический краткосрочный обмен деловой и иной информацией	Позитивное, негативное	Звонки агронома льнозавода агроному хозяйства по вопросу уборки соломы с отведенных полей для внесения гербицидов
Копродукция	Совместное выполнение некоторой конкретной совокупности действий, обеспечивающей достижение общей заданной цели	Отсутствие чётких границ между поставщиком и получателем в ходе предоставления и получения услуг	Совместное принятие решения производителем льна и специалистом льнозавода
Кооперация	Долгосрочное сотрудничество, возобновляемый процесс, совместные действия нефиксированной длительности	Крестьянская (фермерская) или свободная кооперация между равноправными экономическими субъектами; трудовая артель; потребительское общество; частный владелец	Совместное приобретение льнозаводами семян на электронных торгах для снижения цены единицы
Координация	Долгосрочное информационное взаимодействие (возможно, при участии третьих лиц или организаций), направленное на согласование действий субъектов	Согласование Согласованные направления действий	Закупка семян льна у нескольких производителей (ОАО «Горкилён», ОАО «Мстиславльлён», ОАО «Хотимский льнозавод»)
Козволюция	Взаимное информирование относительно намерений и планов, направленное на согласование долгосрочного развития субъектов	Согласованное развитие	Фермеры покупают уборочную технику, кооператив – оказывает финансовую поддержку. Фермер повышает качество и сокращает сроки уборки, кооператив получает большую выручку, снижает риски недозагрузки и затраты на обработку единицы сырья
Консолидация (слияние)	Полное согласование действий, планов и намерений, сближение краткосрочных и долгосрочных интересов; объединение в рамках одного субъекта	От стабилизации («куча») до слияния («единое предприятие»)	Интегрированная структура из льнозаводов, льнокомбината, экспортно-сортировочных льнобаз

Примечание. Источник [3; 5] и авторская интерпретация.

Под конкуренцией в законодательстве Республики Беларусь понимается «состязательность хозяйствующих субъектов, при которой самостоятельными действиями каждого из них исключается или ограничивается возможность в одностороннем порядке воздействовать на общие условия обращения товаров на соответствующем товарном рынке» [12]. Данное определение соответствует составу понятия «конкуренция» в аналогичном законе Российской Федерации [13] за исключением использования в белорусском законодательстве вместо термина «соперничество» термина «состязательность», что привело к смене акцента. Проведенный нами анализ частоты употребления в различных ситуациях терминов «соперничество» и «состязательность» показал, что первый из них употребляется на порядок чаще (*rivalry, competition*) и носит преимущественно негативный оттенок, в частности, ведёт к разрушению стоимости, созданию препятствий взаимодействию и координации, неконструктивному соперничеству (трате ресурсов, дублированию усилий). Тогда как второй – состязательность (*competitiveness*) употребляется в положительном значении в ситуациях выбора поставщика, отбора персонала, в общем стремлении партнёров к развитию, состязательности предприятий за подряд, бюджет на закупках, означающий приобретение большего количества за ограниченные деньги.

В льяном подкомплексе Франции нами идентифицировано наличие конкурентных отношений за фермеров между предприятиями по первичной обработке льна-долгунца двух форм ведения льяного бизнеса в этой стране, а именно, кооперативами по переработке льнотресты и реализации продуктов переработки, которые объединены в *Fédération Syndicale du Teillage Agricole du Lin* с целью продвижения и продажи продукцию своих членов, и частными предприятиями, объединёнными в *l'Union Syndicale des Rouisseurs-Teilleurs de Lin de France*. Отношения конкуренции между ними многоуровневые, сложные, носят характер состязательности и имеют тенденцию к усилению в связи с реализацией стратегии диверсификации секторов поставки сырья для сглаживания последствий изменения климатических условий, что усложняет их конфигурацию, приводит к пересечению и возникновению отношений сосуществования.

Поскольку земли сельскохозяйственного назначения в Беларуси предоставлены сельскохозяйственным производителям на праве постоянного пользования (ст. 15 Кодекса Республики Беларусь о Земле №425-3 от 23.07.2008 г.), отношения конкуренции между первичным звеном (льнозаводами) за пригодные для возделывания льна-долгунца земли отсутствуют. Чтобы льнозавод мог временно использовать земли сельскохозяйственных производителей, соответствующий районный исполнительный комитет может предложить льнозаводу перевод менее ценных земель в границах района в пахотные земли, тем самым увеличив суммарную площадь последних на площадь посева льна в районе. Здесь возникает необходимость использования для описания уровня первичных отношений, в данном случае – обмена в форме отвода, а не аренды, что выходит за рамки типологии Г. Б. Клейнера. Так, выделение льнозаводам в срок до 20 июля 2019 г. под лён урожая 2020 г. регулятором земель (райисполкомы), свидетельствует об отношениях добровольного подчинения сельскохозяйственных производителей. Тем самым, в отличие от предприятий Франции и Бельгии, где производители льноволокна соперничают за фермеров с наиболее пригодными для льна и других культур (картофеля, сахарной свеклы, пшеницы, рапса), а значит, самыми дорогими землями сельскохозяйственного назначения, исключаются конкурентные отношения льнозавода с перерабатывающими предприятиями других полевых культур. Взамен возникают отношения доминирования в силу единственного перерабатывающего предприятия на территории района, которые также не охватываются рассматриваемой типологией.

Существование отношений конкуренции с перерабатывающими кооперативами за фермеров меняют место концентрации доходов. Если в Беларуси центры концентрации прибыли (отношения – доминирование) – льнозавод и объединение, то во Франции центр концентрации дохода – первичное звено – фермер, владелец постоянного ресурса. В таких условиях даже частное предприятие по обработке льна, находящееся с фермером в экономических отношениях «покупки для обработки с последующей продажей», вынуждено хорошо платить и оказывать последнему полный спектр услуг по возделыванию, уборке, транспортировке льна.

Согласно операциональному определению В. М. Полтеровича [6], под сотрудничеством (*cooperation*) понимается такое добровольное взаимодействие нескольких участников, при котором отказ от взаимодействия любого из них не выгоден каждому из остальных. Так, в переговорах директора льнозавода с представителем РУП «Институт льна» по вопросу предоставления 0,2 га полей для сравнительных испытаний сортов льна, инициированных Главой государства (табл. 3), отказ от сотрудничества невыгоден никому из участников. В силу отношений добровольного подчинения, также находящегося за рамками типологии, при вынужденном исполнении нормы, просьба удовлетворяется

с отношением безразличия (не партнер, если не соглашаешься с предложением провести опыт на 30–60 га, а лишь на 0,3 га), и выстраивается в сотрудничество. Отсутствие добровольности участия во взаимодействии одного из партнёров означает применение к нему властных отношений, под которыми понимается ситуация, когда «один участник или их группа обладают монополией на насилие над другими участниками, ограничивающей их выбор» [6].

В льняном подкомплексе Франции нами идентифицирована переходная форма от отношений кооперации к консолидации без использования при этом отношений коэволюции. Этой цели служит самостоятельная юридическая форма с гибридным статусом (не компания и не ассоциация) – группа экономических интересов (фр. *groupement d'intérêt économique*, GIE), позволяющая сохранить индивидуальность и автономность её членов-кооперативов фермеров по обработке льняной тресты. Этот промежуточный институт, как организационная форма, призван способствовать экономическому развитию предприятий по выбранным направлениям. Так, GIE *Terre de Lin*, сформированная в 1997 г. и прекратившая деятельность в 2016 г. как выполнившая своё предназначение, позволила консолидировать в крупнейшем льняном кооперативе мира 5 кооперативов, осуществляя совместные продажи с кооперативами *Agylin* и *du Neubourg*, входящими в GIE *Linéa*. Другой случай использования GIE – кооператив *Lin 2000* и ассоциация *Linen Partners* (оценка и продажа волокна, магазин готовых изделий, организация экскурсий), тогда как семеноводческий бизнес – с GIE *Linéa*, в которую входят и кооперативы, совместно осуществляющие продажи волокна с *Terre de Lin*. Другие организационные формы не позволяют установить такие сложные комбинации взаимоотношений.

Отношения копродукции возникают в случае, когда пользователь (производитель льна – фермер) и профессионал (специалист предприятия первичной обработки льна) объединяют усилия, чтобы произвести продукт, устраивающий всех участников. При этом фермер не является пассивным получателем услуг, что приводит к более равномерному распределению власти между ними и техническими специалистами. Многие из фермеров Франции – профессионалы экстра-класса и приверженцы льна. Тогда как сельскохозяйственный производитель льна в Беларуси, скорее, пассивный получатель работ и услуг со стороны льнозавода, и это – причина, почему не происходит положительных изменений в отношениях. Сельскохозяйственные производители льна являются важными партнёрами для льнозавода в создании конечного продукта, так как допущенные ими ошибки трудно или невозможно исправить на последующих этапах работы со льном.

Упущенная возможность коэволюции и ко-производства льнокомбината с ОАО «Центр Моды» в рамках линии одежды «Галерея льна» позволила последнему приобрести последнему уникальную компетенцию: «проведение дополнительной обработки ткани для ее умягчения, приобретения совершенно иных свойств, за ним становится гораздо легче ухаживать, очень хорошо удаётся осуществлять экспортные поставки именно из этих тканей» [14].

Заключение

В результате исследования установлено, что известные типологии отношений между субъектами бизнеса по отдельности не позволяют описать всё многообразие сложившихся отношений между участниками льняного подкомплекса, что предполагает использование некоторой их комбинации. Впервые выделены оттенки отношений и идентифицирован новый ряд отношений в льняном подкомплексе. Привнесение в возможный континуум отношений между системными субъектами оттенков, в частности, отношений безразличия, конкуренции, увеличило его объясняющую способность, но, вместе с тем, на наш взгляд, не позволило охватить отношения доминирования, как цель отношений сотрудничества и конкуренции. Поскольку единственным способом прибыльного существования предприятия в долгосрочном периоде является создание временной монополии, под которой понимается «контроль над определенным потенциально прибыльным рыночным пространством в течение определенного времени» [15], считаем необходимым ввести отношение доминирования (временной монополии, господства) в континуум отношений между системными субъектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aldrich, H. E., Rueff, M. *Organizations Evolving* / H. E. Aldrich, M. Rueff. – Second ed. – London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications, 2006. – 330 p.
2. Bengtsson, M. *Relationships of Cooperation and Competition between Competitors Work-in-Progress* [Electronic resource] / M. Bengtsson, S. Hintu, S. Kock // 19th Annual IMP Conference September 4–6, 2003, Lugano, Switzerland. – Mode of access: <https://pdfs.semanticscholar.org/28bb/d14b5c0e72c30544d68e5d83d716d4d9b5c4.pdf>. – Date of access: 03.01.2020.
3. Клейнер, Г. Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды / Г. Б. Клейнер; Российская академия наук, Центральный экономико-математич. ин-т. – М.: ЦЭМИ РАН, 2016. – 856 с.
4. Boyle, D., Harris, M. *The challenge of co-production: How equal partnerships between professionals and the public are crucial to improving public services* [Electronic resource] // NESTA, New Economics Foundation, The Lab, London, December 2009. – Mode of access: <http://www.nesta.org.uk/library/documents/Co-production-report.pdf>. – Date of access: 03.01.2020.

5. Клейнер Г. Б. Рыночные отношения в современной экономике и факторы их институционального регулирования / Г. Б. Клейнер // Горизонты экономики. – 2011. – № 1. – С. 27–32.
6. Полтерович, В. М. Позитивное сотрудничество: факторы и механизмы эволюции / В. М. Полтерович // Вопросы экономики. – 2016. – № 11. – С. 1–19.
7. Le Roy F., Czakon W. Managing Coopetition: the missing link between strategy and performance / F. Le Roy, W. Czakon // *Industrial Marketing Management*. – 2016. – Vol. 53. – p. 3–6.
8. Nalebuff, B. J., Brandenburger, A. N. Co-opetition 1. Revolutionary Mindset that Redefines Competition and Cooperation 2. The Game Theory Strategy that's Changing the Game of Business / B. J. Nalebuff, A. N. Brandenburger. – New York: Doubleday, 1996. – 304 p.
9. Dagnino, G. B. Coopetition strategy in theory and practice / G. B. Dagnino // *Dubrovnik International Economic Meeting*. – 2015. – Vol. 2. – № 1. – p. 2–8.
10. Nemeš, A. Coopetition Strategy and Technological Innovation: The Case of European Wireless Telecommunications Industry. *Economics and finances* / A. Nemeš // These Pour l'obtention du titre de Docteur ès Sciences de Gestion Université Montpellier I, 2014. – 328 p.
11. Артёменко, А. М. Как правильно распределять доходы между участниками льняного бизнеса / А. М. Артёменко, С. И. Артёменко // Устойчивое социально-экономическое развитие регионов: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию создания кафедры экономики и МЭО в АПК. Горки, 28–29 ноября 2019 г. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; редкол.: А. В. Колмыков (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2019. – С. 8–15.
12. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О противодействии монополистической деятельности и развитии конкуренции» № 94-З от 12 декабря 2013 г.: Закон Респ. Беларусь, 8 янв. 2018 г., № 98-З // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2018. – № 2/2536.
13. О защите конкуренции (с изменениями на 18 июля 2019 года): Федеральный Закон [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901989534>. – Дата доступа: 07.01.2020.
14. Деменчук, О. Уникальность всегда была визитной карточкой Белорусского центра моды [Электронный ресурс] / О. Деменчук // БелТА. – Режим доступа: <https://www.belta.by/interview/view/unikalnost-vsegda-byla-vizitnoj-kartochkoj-belorusskogo-tsentra-mody-7118>. – Дата доступа: 05.12.2019.
15. Леле, М. М. Абсолютное оружие. Как убить конкуренцию. Захват и удержание рынка / М. М. Леле / пер. с англ. А. И. Кириченко, М. З. Штернгарц. – СПб.: Коммерсантъ, Питер, 2009. – 224 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА АМОРТИЗАЦИИ НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ АПК

С. В. ГУДКОВ, А. Л. ТАРАСЕНКО

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

(Поступила в редакцию 13.04.2020)

В настоящее время конкурентоспособность и доходность многих сельскохозяйственных организаций в значительной степени определяются их способностью адаптироваться к динамическим изменениям, происходящим во внутренней и внешней среде функционирования. Вследствие быстрого развития рыночных отношений, стремительности и масштабности технологических изменений невозможно обеспечить конкурентоспособность лишь за счет использования материальных и финансовых ресурсов, которые становятся общедоступными для большинства экономических субъектов, поэтому особый интерес участников экономических отношений вызывают вопросы использования в деятельности организаций факторов нематериального характера, особенно нематериальных активов.

Возможность выбора разных методов начисления амортизации по нематериальным активам обуславливает необходимость сравнительного анализа различных вариантов начисления амортизации, чтобы определить наиболее рациональный из них для каждого конкретного объекта, на каждом конкретном этапе его использования и общих экономических условий деятельности организаций. Применение различных методов начисления амортизации позволяет перераспределять суммы амортизации, начисляемой в каждом отчетном периоде, в течение срока полезного использования каждого конкретного объекта. Выбор метода начисления амортизации для конкретного объекта нематериальных активов должен зависеть от их экономических особенностей и классификационных признаков. Предлагаемые методы начисления амортизации: линейный, сумма числе лет и метод уменьшаемого остатка, следует применять и для разработанной классификационной группе нематериальных активов. Полученные результаты позволили определить дальнейшее совершенствование учета и начисления амортизации по нематериальным активам. При проведении исследования были определены рекомендации по учету нематериальных активов в организациях АПК Горецкого района Могилевской области: ОАО «Горецкая рай-агропромтехника», РУП «Учхоз БГСХА», КСУП «Племзавод «Ленино».

Ключевые слова: нематериальные активы, классификация, амортизация, методы, сравнение, бухгалтерский учет, синтетический учет, проблемы, совершенствование.

At present, the competitiveness and profitability of many agricultural organizations is largely determined by their ability to adapt to dynamic changes occurring in the internal and external functioning environment. Due to the rapid development of market relations and the swiftness and scale of technological changes, it is impossible to ensure competitiveness only through the use of material and financial resources that are generally available to most economic entities, which is why the participants in economic relations are particularly interested in the use of factors of an intangible nature, especially intangible assets.

The ability to choose different methods for calculating depreciation on intangible assets necessitates a comparative analysis of the various options for calculating depreciation in order to determine the most rational of them for each specific object, at each specific stage of its use and general economic conditions for the activities of organizations. The use of various methods of depreciation calculation allows you to redistribute the amount of depreciation accrued in each reporting period over the useful life of each specific object. The choice of depreciation calculation method for a specific intangible asset should depend on its economic characteristics and classification features. The proposed methods of depreciation calculation – linear, the sum of the number of years and the method of decreasing balance – should be applied to the developed classification group of intangible assets. The results obtained made it possible to determine further improvement in accounting and calculation of depreciation on intangible assets. During the study, recommendations were made on accounting for intangible assets in agribusiness organizations of Gorki district of Mogilev region: OAO 'Gorki district agricultural machinery', Republican Unitary Enterprise 'Experimental farm of BSAA', Collective Farm Unitary Enterprise 'Pedigree Farm Lenino'.

Key words: intangible assets, classification, depreciation, methods, comparison, accounting, synthetic accounting, problems, improvement.

Введение

Постоянное совершенствование и распространение информационных технологий приводит к возрастанию экономической привлекательности нематериальных активов. Наличие объектов нематериальных активов дает возможность постоянного развития для организации в настоящем и будущем. Среди других видов активов, нематериальные активы являются составной частью рынка товаров и услуг. Обладание нематериальными активами способно существенно увеличить уровень капитализации любой организации. Так как нематериальные активы со временем теряют свою экономическую привлекательность и переносят свою стоимость на вновь изготовленную продукцию, у организации возникает необходимость выбрать эффективный и рациональный метод начисления амортизации, с помощью которого будет достигнуто оптимальные финансовые показатели.

Целью проводимого исследования является разработка рекомендаций по применению методики бухгалтерского учета амортизации нематериальных активов в зависимости от их экономических особенностей и классификационных признаков.

Основная часть

Согласно Инструкции по бухгалтерскому учету нематериальных активов, утвержденной постановлением Министерства финансов Республики Беларусь от 30.04.2012 № 25 под нематериальными активами следует понимать активы организации, не имеющие материально-вещественной формы при выполнении условий их признания [6]. В МСФО (IAS) 38 «Нематериальные активы» определено следующее понятие нематериальных активов, как идентифицируемый немонетарный актив, не имеющий физической формы [3]. Обобщая сказанное, можно представить следующее определение нематериальных активов, как имущество организации, не имеющее физической субстанции, используемые длительно время при производстве продукции, работ, услуг, с целью получения экономического дохода. Разнообразный состав нематериальных активов для ведения бухгалтерского учета может быть классифицирован по различным признакам: в зависимости от способа поступления, по фактическому использованию организацией, по рентабельности, в зависимости от величины остаточной стоимости и т. д. Все виды нематериальных активов достаточно разнообразны, но все они относятся к объектам неовещественной собственности. Виды нематериальных активов включают в себя продукты интеллектуальной собственности, в том числе: интеллектуальной собственности, программное обеспечение, произведения искусства, изобретения, патенты, лицензии, торговые марки, компьютерные программы, промышленные образцы, секреты производства, веб-сайты, фирменные наименования и прочие объекты.

Для своевременного бухгалтерского учета нематериальных активов в связи с их разнообразием по составу и назначению имеет значение их правильная классификация, на основании которой составляется отчетность о наличии и движении нематериальных активов, отсюда бухгалтерский учет данного вида средств осуществляется по их видам. Классификация нематериальных активов позволяет выделить отдельные критерии для каждого объекта: по способу приобретения; делимости единицы; по способности реализоваться; со стоимости, по правообладанию [1].

Разнообразный состав нематериальных активов создает необходимость классифицировать указанные объекты по разработанным нами классификационным группам:

- 1) Информационные ресурсы.
- 2) Организационные ресурсы.
- 3) Право пользования.
- 4) Объекты промышленной собственности.

В группу объектов информационных ресурсов входят веб-сайты, аналитические правовые системы, компьютерные программы и т. д. Организационные расходы представляют собой расходы на проведение организационных, исследовательских и конструкторских работ и разработок. Группа право пользования представляет собой законодательное и исключительное право на собственность, безвозмездного пользования, владения, аренды. Объекты промышленная собственность представляет собой объекты интеллектуальной собственности, созданных в результате творческой деятельности, для которых характерно широкое промышленное применение. Предложенная классификация нематериальных активов позволит определить целесообразность и экономическую эффективность от использования объектов в хозяйственной жизни организации, а также с учетом экономических особенностей актива, может выбрать правильный метод начисления амортизации.

Начисление амортизации нематериальных активов производится в соответствии с Инструкцией о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов, утвержденной постановлением Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства финансов Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27 февраля 2009 г. № 37/18/6 [5]. Амортизационные отчисления осуществляются в течение всего времени фактической эксплуатации нематериального актива, начиная с постановки объекта на баланс организации в связи с вводом в эксплуатацию и заканчивая снятием объекта с учета.

Можно отметить, что начисление амортизации по нематериальным активам в организациях АПК в основном производится линейным методом. Основные достоинства линейного метода амортизации: простота вычисления, т.е. расчет суммы отчислений необходимо произвести только один раз в начале эксплуатации нематериального актива, поэтому полученная сумма будет одинакова на всем сроке эксплуатации; точный учет списания стоимости нематериального актива; равномерный перенос суммы затрат на себестоимость. Линейный способ удобно использовать тогда, когда планируется, что актив будет приносить одинаковую прибыль в течение всего срока его использования.

К нематериальным активам в организациях АПК чаще всего относят программное обеспечение ЭВМ, права пользования земельными участками, право на изобретение, право на промышленный об-

разец, право на селекционное достижение и т.д. Данные объекты бухгалтерского учета учитываются на счете 04 «Нематериальные активы».

Счет 04 «Нематериальные активы» – активный, где по дебету счета отражается принятие к учету объектов нематериальных активов, а по кредиту счета – их выбытие. Самым распространенным объектом нематериальных активов в организациях АПК является автоматизированные программы по бухгалтерскому учету. Следует отметить, что некоторые организации приобретая программы по бухгалтерскому учету списывают их стоимость на затраты производства, что является неправомерным действием, тем самым влияя на финансовый результат деятельности организации. Рассмотрим на примере автоматизированной бухгалтерской программы ТПК «Нива-СХП» расчет амортизации линейным способом начисления в табл. 2.

Таблица 2. Расчет амортизации по линейному способу, руб.

Года	Расчет амортизации	Годовая сумма амортизации	Сумма накопленной амортизации	Остаточная (недоамортизируемая) стоимость
1	2300*20%	460	460	1840
2	2300*20%	460	920	1380
3	2300*20%	460	1380	920
4	2300*20%	460	1840	460
5	2300*20%	460	2300	–

Примечание. Собственная разработка автора на основании данных ОАО «Горецкая райагропромтехника».

В настоящее время компьютерные технологии быстро утрачивают свои информационные способности, утрачивают свою экономическую важность и привлекательность, поэтому лучше всего использовать методы ускоренной амортизации [8]. Преимущество метода суммы чисел лет в том, что вначале периода эксплуатации затраты списываются быстрее. Подобный метод начисления амортизации выгоден для организаций, если планируется быстрое обновление нематериальных активов, так как используя амортизацию по сумме чисел лет, возможно возратить средства, затраченные на покупку объекта, скорее, чем при других методах. Амортизация по сумме чисел лет – один из скорейших методов списания затрат на нематериальные активы. Можно заметить, что некоторые виды нематериальных активов действуют более эффективно именно в первые годы их эксплуатации.

Рассмотрим способы начисления амортизации по автоматизированной бухгалтерской программе ТПК «Нива-СХП» следующими методами: сумма чисел лет, обратный метод суммы чисел лет в табл. 3, 4.

Таблица 3. Расчет амортизации по методу суммы чисел лет срока полезного использования, руб.

Года	Расчет амортизации	Годовая сумма амортизации	Сумма накопленной амортизации	Остаточная (недоамортизируемая) стоимость
1	2300*5/15	766,7	766,7	1533,3
2	2300*4/15	613,3	1380	920
3	2300*3/15	460	1840	460
4	2300*2/15	306,7	2146,7	153,3
5	2300*1/15	153,3	2300	–

Примечание. Собственная разработка автора на основании данных ОАО «Горецкая райагропромтехника».

Таблица 4. Расчет амортизации по обратному методу суммы чисел лет срока полезного использования, руб.

Года	Расчет амортизации	Годовая сумма амортизации	Сумма накопленной амортизации	Остаточная (недоамортизируемая) стоимость
1	2300*1/15	153,3	153,3	2146,7
2	2300*2/15	306,7	460	1840
3	2300*3/15	460	920	1380
4	2300*4/15	613,3	1533,3	766,7
5	2300*5/15	766,7	2300	–

Примечание. Собственная разработка автора на основании данных ОАО «Горецкая райагропромтехника».

Обратный метод суммы чисел лет заключается в определении годовой суммы амортизационных отчислений путем умножения их амортизируемой стоимости нематериальных активов на частное между разностью срока полезного использования и числа лет, остающихся до конца срока полезного использования объекта, увеличенная на 1, и суммой чисел лет срока полезного использования [8].

Кроме того, в условиях информационных технологий и модернизации многие виды нематериальных активов быстро устаревают. Для успешного создания финансовых и экономических условий для нарастания процесса обновления нематериального актива, приходящихся в первые годы их эксплуатации наибольшего размера амортизируемой стоимости объектов, принимающих участие в предпринимательской деятельности организации, в затраты на производство (расходы на реализацию), организациям следует применять методы ускоренного начисления амортизации.

Метод уменьшаемого остатка приемлем по отношению к нематериальным активам, эксплуатируемых с неравномерной интенсивностью. К таким активам можно отнести программные продукты и другие объекты, способные морально устареть спустя несколько лет после внедрения. Метод уменьшаемого остатка начисления амортизации применяют в противоположность к линейному методу, когда амортизация начисляется равными долями на протяжении всего срока службы нематериального актива. Способ уменьшаемого остатка представляет собой расчет месячной амортизации на основе остаточной стоимости, сумма которой определяется на начало каждого года. Применение метода уменьшаемого остатка позволяет организации списать большую часть затрат, связанных с приобретением выгодного нематериального актива, на стоимость товаров, готовой продукции, услуг ещё в первые годы его эксплуатации. Когда экономическая привлекательность и эффективные качества любого вида нематериального актива снизятся, организация сможет заменить его и не понесёт при этом убытки.

Таким образом, при разном способе начисления амортизации общая сумма амортизационных начислений (2300 руб.) за весь срок полезного использования нематериального равна амортизируемой стоимости нематериального актива. Однако сумма ежегодной амортизации существенно различается в зависимости от принятого способа ее начисления. При рациональном выборе метода и способа начисления амортизации организация получит прибыль при использовании в первые годы эксплуатации нематериального актива. Возможность выбора обуславливает необходимость сравнительного анализа различных вариантов начисления амортизации, чтобы определить наиболее рациональный из них для каждого конкретного объекта, на каждом конкретном этапе его использования и общих экономических условий деятельности организаций.

Так, для нематериальных активов, которые связаны с информационными ресурсами, целесообразно использовать такие методы начисления амортизации, как сумма чисел лет и метод уменьшаемого остатка. Данные методы приемлемы тогда, когда основная экономическая привлекательность приходится на первые годы после приобретения. По нематериальным активам, связанных с организационными ресурсами компании, предлагается использовать методы с ускоренным списанием амортизации: метод уменьшаемого остатка – из-за сложностей в их оценке и определении срока полезного использования. По группе нематериальных активов, связанных с правами пользования, начислять амортизацию целесообразнее линейным способом. Линейный способ начисления амортизации подразумевает списание стоимости нематериальных активов одинаковыми пропорциональными частями на протяжении всего времени его использования вне зависимости от времени и характера их использования. Рассматривая группу объектов промышленной собственности, особенно, если изобретения или полезные модели созданы в организации, и имеются аналогичные производители объектов, предлагается для ускорения списания стоимости по данным нематериальным активам использовать метод уменьшаемого остатка [1].

Заключение

В результате проведенных исследований, можно отметить, что амортизация представляет собой процесс систематического перенесения стоимости объектов нематериальных активов на стоимость вырабатываемых с их использованием в процессе производственной деятельности продукции, товаров, работ, услуг. Возможность выбора того или иного способа или метода начисления амортизации обуславливает необходимость сравнительного анализа различных вариантов начисления амортизации, чтобы определить наиболее рациональный из них для каждого конкретного объекта, на каждом конкретном этапе его использования и общих экономических условий деятельности организаций. Рассмотрев различные способы начисления амортизации для каждой предлагаемой группы нематериальных активов, можно сделать вывод, что при применении способов уменьшаемого остатка и списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования сумма амортизационных отчислений год за годом приводит к ее уменьшению. Выбирая для начисления амортизации одни из этих способов любая организация должна понимать, что начисленная сумма амортизации влияет на ее финансовые показатели. Однако существующие организации АПК обладают невысокими возможностями ускорения амортизационного процесса и вместе с тем технологического обновления производ-

ства. Поэтому необходимо проводить такую амортизационную политику, которая способствовала бы повышению роли амортизации как финансового ресурса технологического обновления производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудков, С. В. Бухгалтерский учет нематериальных активов в организациях АПК в современных условиях / С. В. Гудков, А. Л. Тарасенко // Вестник БГСХА. – 2019. – С. 51–54.
2. Долбик, Н. В. Учет основных средств и нематериальных активов: учеб. пособие / Н. В. Долбик. – Минск: Колорград, 2018. – 54 с.
3. Кривицкая, К. В. Совершенствование методики бухгалтерского учета нематериальных активов / К. В. Кривицкая // Бухгалтерский учет и анализ. – 2013. – № 1. – С. 8–16.
4. Международный стандарт бухгалтерского учета (IAS) 38 «Нематериальные активы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://finotchet.ru/articles/155/>. – Дата доступа: 19.01.2020.
5. Мингалёва, А. Ю. Нематериальные активы как инструмент неценовой конкуренции / А. Ю. Мингалёва // Вестник науки и образования. – 2018. – №5. – С. 59–61.
6. Об утверждении Инструкции о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов: утв. постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, м-ва финансов Респ. Беларусь, 27 февр. 2009 г., №37/18/6//Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпект», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
7. Об утверждении Инструкции по бухгалтерскому учету нематериальных активов [Электронный ресурс]: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь, 30 апр. 2012, № 25: в ред. постановления М-ва финансов Респ. Беларусь от 21.08.2018 г., № 60 // Бизнес-инфо: анализ. правовая система / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2018.
8. Пильченко, А. А. Проблемы учета нематериальных активов / А. А. Пильченко // Состояние и пути совершенствования бухгалтерского учета в организациях АПК: материалы науч.-практ. конф. / Белорус. гос. с.-х. акад; редкол.: Е. Н. Клипперт (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2017. – С. 126–128.
9. Толкун, И. О. порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов / И. Толкун, И. Привалов // Финансы, учет, аудит. – 2014. – № 3. – С. 50–52.
10. Чечеткин, А. С. Методология бухгалтерского учета нематериальных активов, их оценка в Республике Беларусь и ее соответствие международным стандартам финансовой отчетности / А. С. Чечеткин. – Горки: БГСХА, 2016. – 164 с.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.853.494:631.527.8

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТИ СПОРОФИТА И ГАМЕТОФИТА РАПСА ОЗИМОГО

М. Г. КАЛИНОВА, И. Б. КОМАРОВА, Р. В. СЕНИК

Институт масличных культур НААН Украины,
пос. Солнечный, Украина, 69093, e-mail: kalinova222@gmail.com

(Поступила в редакцию 04.01.2020)

Цель работы – изучение устойчивости микрогаметофита и спорофита рапса озимого к воздействию низкотемпературного стресса. Исследовано влияние низких температур на жизнеспособность и длину первичных корешков семян (спорофита), а также жизнеспособность пыльцы и длину пыльцевых трубок рапса озимого. О холодоустойчивости образцов на обеих стадиях развития судили по степени снижения анализируемых показателей в опытных вариантах по сравнению с контролем. В качестве материала для исследований использовали 38 коллекционных сортов и сортообразцов. Первичная оценка на основании кластерного анализа с использованием объединения данных полным связыванием позволила выделить группу из 11 холодоустойчивых генотипов, которая предложена в качестве исходного селекционного материала на холодоустойчивость. По результатам эксперимента были определены коэффициенты корреляции между изученными признаками спорофита и микрогаметофита образцов озимого рапса под влиянием пониженной температуры. Наибольшая положительная корреляционная зависимость установлена между степенями снижения прорастания семян и длины первичного корешка ($r = 0.541 \pm 0.140$). Статистически значимой является корреляция между степенями снижения прорастания семян и прорастания пыльцы ($r = 0.318 \pm 0.158$). Существенными являются взаимозависимости между степенями снижения длины первичного корешка и прорастания пыльцы ($r = 0.353 \pm 0.156$ при $p = 0.029$), а также длины пыльцевых трубок ($r = 0.376 \pm 0.145$). Корреляция отсутствовала между показателями степени снижения длины пыльцевых трубок и прорастания семян ($r = 0.077 \pm 0.166$), а также прорастания пыльцы ($r = 0.234 \pm 0.162$). Таким образом, для отбора генотипов озимого рапса по признаку холодоустойчивости на ранних этапах развития целесообразно проводить оценку степени снижения под влиянием пониженных температур таких показателей как жизнеспособность семян, жизнеспособность пыльцы, длина первичного корешка.

Ключевые слова: рапс озимый, спорофит, гаметофит, степень снижения, семена, пыльца, корреляция.

The purpose of the work is to study the resistance of winter rape microgametophyte and sporophyte to the effects of low temperature stress. The effect of low temperatures on the viability and length of primary roots of seeds (sporophytes), as well as pollen viability and the length of pollen tubes of winter rape, was studied. The cold resistance of samples at both stages of development was estimated according to the degree of decrease in analyzed parameters in the experimental variants compared to the control. As a material for research, 38 collection varieties and samples were used. An initial assessment based on cluster analysis using complete binding of the data made it possible to distinguish a group of 11 cold-resistant genotypes, which was proposed as the initial selection material for cold resistance. According to the results of the experiment, the correlation coefficients between the studied traits of sporophyte and microgametophyte of winter rape samples under the influence of low temperature were determined. The highest positive correlation was found between the degrees of reduction in seed germination and the length of the primary root ($r = 0.541 \pm 0.140$). Statistically significant is the correlation between the degrees of reduction in seed germination and pollen germination ($r = 0.318 \pm 0.158$). Significant are the interdependencies between the degrees of reduction in the length of primary root and the germination of pollen ($r = 0.353 \pm 0.156$ at $p = 0.029$), as well as the length of pollen tubes ($r = 0.376 \pm 0.145$). There was no correlation between the degree of reduction in the length of pollen tubes and seed germination ($r = 0.077 \pm 0.166$), as well as pollen germination ($r = 0.234 \pm 0.162$). Thus, in order to select winter rapeseed genotypes based on cold resistance at the early stages of development, it is advisable to assess the degree of decrease under the influence of low temperatures of such indicators as seed viability, pollen viability, and the length of primary root.

Key words: winter rape, sporophyte, gametophyte, degree of reduction, seeds, pollen, correlation.

Введение

Одной из основных проблем селекции является распознавание ценных генотипов, обладающих не только высокой продуктивностью, но и устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. Для первичной оценки больших популяций с целью выявления селекционно-ценных генотипов применяют экспресс-методы, позволяющие в короткий срок с минимальными материальными затратами

дифференцировать все оцениваемые сорта и образцы по устойчивости к стрессовому фактору. В многочисленных исследованиях на ряде культур были разработаны и предложены экспресс-методы оценки популяций на спорофитном уровне. В случае, когда оценка популяции на данной стадии развития растений усложнена рядом объективных причин, проводят скрининг холодоустойчивости генотипов на уровне микрогаметофита. Оценка по микрогаметофиту была также продемонстрирована многочисленными исследованиями резистентности разных культур к абиотическим и биотическим факторам. Возможность её проведения обусловлена наличием положительной корреляции устойчивости спорофита и гаметофита к стрессовому фактору. Данный факт объясняется экспрессией генов, контролирующей стрессоустойчивость как на гаплоидном, так и на диплоидном уровне развития растений [1–5].

Целью нашей работы было изучение устойчивости гаметофита и спорофита рапса озимого к воздействию низкотемпературного стресса и корреляционный анализ холодоустойчивости на обеих стадиях развития растений (спорофит, гаметофит).

В качестве материала для исследований использовали 38 коллекционных сортов и сортообразцов рапса озимого. Оценка холодоустойчивости спорофитного поколения проводили лабораторным методом на ранних этапах онтогенеза. Для чего семена исследуемых сортов и образцов раскладывали на увлажненной фильтровальной бумаге в чашках Петри, выдерживали в термостате до набухания семян, затем опытные варианты промораживали при температуре $-6\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 4 часов и после этого проращивали в термостате при температуре $24\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 2 суток, контрольные варианты не промораживали. В эксперименте учитывали жизнеспособность семян, а также длину первичных корешков.

Оценку холодоустойчивости коллекционных сортов и сортообразцов на микрогаметофитном уровне проводили методом проращивания пыльцы в питательной среде в условиях действия стрессового фактора. Свежесобранную пыльцу равномерно распределяли в 2–3 каплях питательной среды на предметном стекле, которое укладывали на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри и затем проращивали при температуре $+3\pm 1^\circ\text{C}$ в течение суток (опытный вариант). Пыльцу контрольных вариантов проращивали при температуре $24\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 2 часов. В эксперименте учитывали жизнеспособность пыльцы, а также длину пыльцевых трубок.

О холодоустойчивости сортов и сортообразцов на обеих стадиях развития судили по степени снижения анализируемых показателей в опытных вариантах по сравнению с контролем. В табл. 1 представлены статистические результаты проведенного исследования.

Таблица 1. Статистические показатели результатов проращивания пыльцы и семян рапса озимого в условиях пониженной температуры

Показатель	Степень снижения, %			
	Спорофит		Гаметофит	
	прорастания семян	длины первичного корешка	прорастания пыльцы	длина пыльцевых трубок
Минимальное значение x_{\min}	24,5	5,9	55,8	13,3
Среднее арифметическое значение x_{mid}	69,2	43,0	86,8	42,3
Максимальное значение x_{max}	100,0	100,0	99,0	82,8
Количество замеров n , шт.	38	38	38	38
Среднеквадратическое отклонение s	20,4	23,3	10,7	17,3
Доверительная ошибка среднего	6,7	7,7	3,5	5,7
Коэффициент вариации V , %	29,5	54,1	12,3	41,0
Ошибка коэффициента вариации, sv , %	3,4	6,2	1,4	4,7

По результатам оценки показателей все сорта и сортообразцы коллекции как на уровне спорофита, так и гаметофита, были дифференцированы по устойчивости к низким температурам. Для разделения по холодоустойчивости общей выборки на группы был проведен кластерный анализ с использованием объединения данных полным связыванием, который позволил выделить селекционно-ценные сорта и образцы с максимальной холодоустойчивостью (рисунок).

По данным кластерного анализа в группу с максимальной холодоустойчивостью как по гаметофиту, так и по спорофиту были включены сорта и сортообразцы с минимальной степенью снижения показателей в опытных вариантах по сравнению с контролем. На рисунке они располагаются от сорта Корнет до сорта Антария и включают 11 генотипов. Данная группа может служить исходным селекционным материалом для создания холодоустойчивых сортов и гибридов рапса озимого.

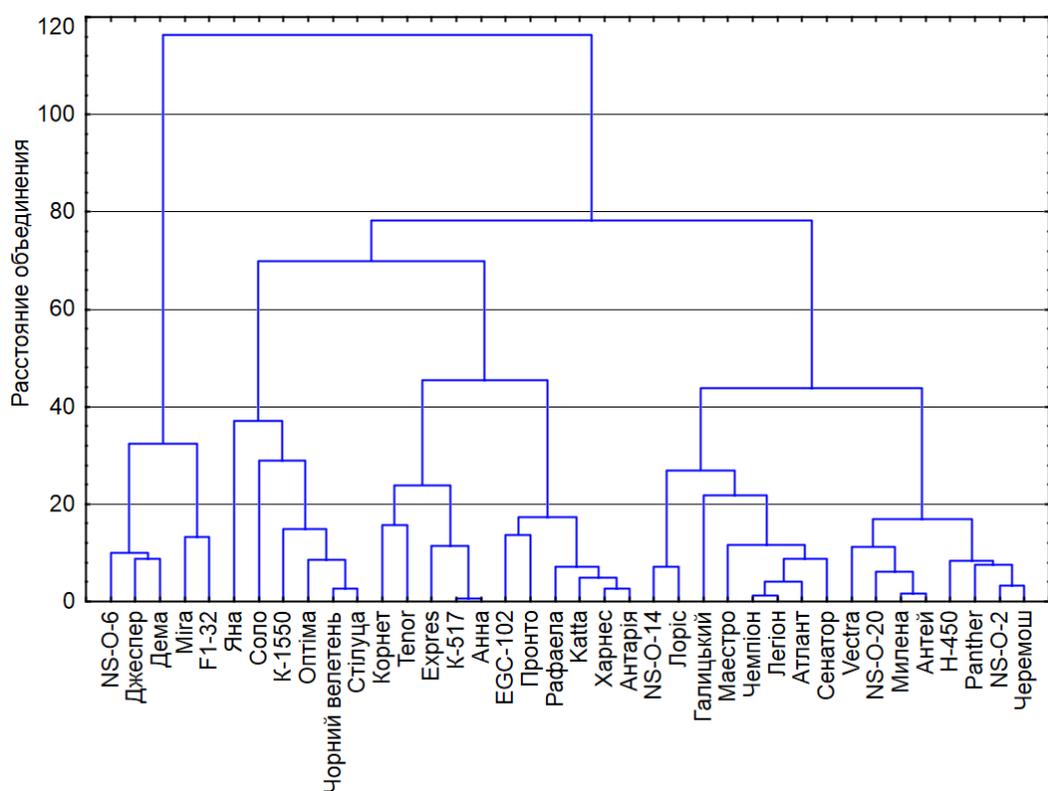


Рис. Дендрограмма распределения по холодоустойчивости образцов рапса озимого на стадии спорофита согласно результатам кластерного анализа

Таким образом, первичная оценка коллекции рапса озимого на стадии спорофита и гаметофита позволила дифференцировать сорта и образцы по устойчивости к низкотемпературному стрессу, выделить из коллекции максимально холодостойкие и предложить их в качестве исходного селекционного материала.

Для проведения корреляционного анализа сравнивали степень снижения анализируемых показателей в опытных вариантах по сравнению с контролем спорофита и гаметофита.

Полученные результаты были проанализированы на корреляционную зависимость. При этом в случае нормального распределения на взаимную линейную корреляционную зависимость (корреляцию Пирсона), которая указывает на тесноту и направление связи X с Y , и оценивается коэффициентом корреляции r ; при ненормальном распределении данных исследуемой выборки связь между факторами определяется криволинейным коэффициентом ранговой корреляции – Спирмена. Значения коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена представлены с указанием эмпирического уровня значимости p . Статистически значимые результаты приведены жирным шрифтом. Линейные корреляции Пирсона приведены прямым шрифтом, а криволинейные Спирмена – курсивом. В табл. 2 представлены результаты определения корреляционных зависимостей между степенью снижения исследуемых признаков под влиянием пониженных температур.

Таблица 2 Матрица корреляционных зависимостей степени снижения изученных показателей под влиянием сниженных температур

Источник вариации		Степень снижения					
		прорастания семян		длины первичного корешка		прорастания пыльцы	
		значение	доверительная ошибка	значение	доверительная ошибка	значение	доверительная ошибка
Степень снижения	длины первичного корешка	0,541	0,140	1			
		4,516E-04					
	прорастания пыльцы	0,318	0,158	0,353	0,156	1	
		0,048		0,029			
длины пыльцевых трубок	0,077	0,166	0,376	0,154	0,234	0,162	
	0,646		0,020		0,157		

Из анализа табл. 2 видно, что связи между изученными показателями существуют, и они позитивные. Наибольшая положительная корреляционная зависимость установлена между степенями снижения прорастания семян и длины первичного корешка ($\rho = 0,541 \pm 0,140$ при $p = 4,516E-04$). Статисти-

чески значимой является корреляция между степенями снижения прорастания семян и прорастания пыльцы ($r = 0,318 \pm 0,158$ при $p = 0,048$). Существенными являются взаимозависимости между степенями снижения длины первичного корешка и прорастания пыльцы ($r = 0,353 \pm 0,156$ при $p = 0,029$), а также длины пыльцевых трубок ($r = 0,376 \pm 0,145$ при $p = 0,020$). Корреляция отсутствовала между показателями степени снижения длины пыльцевых трубок и прорастания семян ($r = 0,077 \pm 0,166$ при $p = 0,646$), а также прорастания пыльцы ($r = 0,234 \pm 0,162$ при $p = 0,157$).

Таким образом, для отбора генотипов озимого рапса по признаку холодоустойчивости на ранних этапах развития целесообразно проводить оценку степени снижения под влиянием пониженных температур таких показателей как жизнеспособность семян, жизнеспособность пыльцы, длина первичного корешка.

Заключение

Проведение первичной оценки холодоустойчивости коллекционных сортов и сортообразцов рапса озимого на диплоидной и гаплоидной стадии развития позволило дифференцировать их по устойчивости к низким температурам. По наименьшей степени снижения анализируемых показателей как спорофита, так и гаметофита была выделена группа с максимальной холодоустойчивостью, которая будет использована в дальнейших селекционных исследованиях.

Обнаружена положительная корреляционная зависимость между устойчивостью к низким температурам спорофита и гаметофита коллекционных сортов и сортообразцов рапса озимого, что свидетельствует о наличии генов холодоустойчивости, экспрессирующихся как на диплоидной, так и на гаплоидной фазе развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бут, Н. Н. Оценка селекционного материала и выделение генисточников для создания новых сортов фасоли овощной / Н. Н. Бут // Сборник трудов IX всероссийской конф. мол. ученых «Научное обеспечение АПК» 24-26 ноября 2015г. ФГБНУ ВНИИ риса С.- 449-450
2. Брыль, Е. А. Использование микрогаметофитного отбора для дифференцировки генотипов люпина по устойчивости к контрастным температурам / Е. А. Брыль, И. Б. Саук, В. С. Анохина // Материалы Международной научной конференции «Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты» 2008. – Минск: БГУ, 2008. – С. 51–53.
3. Ніконова, В. М. Мікрогаметофітний добір на стійкість до фузаріозу у рицини: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.15 «Генетика» / Ніконова Валентина Миколаївна. –К., 2008. – 20 с.
4. Юрлова, Е. В. Оценка томатов на устойчивость к нерегулируемым абиотическим факторам с использованием признаков гаметофитного и спорофитного поколений автореф. дис... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство» / Е. В. Юрлова. – Новосибирск, 2006. – 20 с.
5. Кильчевский, А. В. Изучение корреляционных связей между признаками спорофита и гаметофита томата в диалельных скрещиваниях / А.В. Кильчевский, Н.Ю. Антропенко, И.Г. Пугачева // Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. М.: ВНИИССОК. – 2005. – Т. 2. – С. 150–152.

ОСОБЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ГОРЧИЦЫ

Т. В. САЧИВКО, В. Н. БОСАК

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: sachyuka@rambler.ru, bosak1@tut.by

Я. Э. ПИЛЮК

НПЦ по земледелию НАН Беларуси,
г. Жодино, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 10.01.2020)

Горчица является универсальным культурным растением, которое используется в качестве масличной, кормовой, сидеральной, зеленой, пряноароматической и лекарственной культуры. В современном агропромышленном производстве в различных странах мира из 10 изученных видов и 40 разновидностей преимущественной возделывают четыре вида горчицы: горчицу белую (*Sinapis alba* L.), горчицу сарептскую (*Brassica juncea* Czern.), горчицу черную (*Brassica nigra* Koch.) и горчицу абиссинскую (*Brassica carinata* Braun).

В совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и НПЦ по земледелию НАН Беларуси рассмотрено значение и изучены основные хозяйственно полезные признаки районированных сортов горчицы белой (*Sinapis alba* L.) Елена, горчицы сарептской (*Brassica juncea* Czern.) Славия и горчицы черной (*Brassica nigra* Koch.) Дарунак, которые внесены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Сорта горчицы белой Елена и горчицы сарептской Славия созданы в НПЦ по земледелию НАН Беларуси, сорт горчицы черной Дарунак – в ботаническом саду УО БГСХА. В результате полевых и лабораторных исследований в ботаническом саду УО БГСХА установлено, что средняя урожайность семян горчицы белой сорта Елена составила 20–25 ц/га с масличностью 25–27 %, горчицы сарептской сорта Славия – соответственно 17–19 ц/га и 35–37 %, горчицы черной сорта Дарунак – 10–12 ц/га и 28–30 %.

Районированные сорта горчицы белой, горчицы сарептской и горчицы черной характеризуются комплексом морфометрических, морфологических и фенологических признаков и рекомендуются для использования в сельскохозяйственном производстве и для приусадебного возделывания.

Ключевые слова: горчица белая, горчица сарептская, горчица черная, сорт, морфометрические, морфологические и фенологические признаки, продуктивность.

*Mustard is a universal cultural plant, which is used as an oilseed, fodder, green manure, leaf, spicy aromatic and medicinal crop. In modern agricultural production in different countries of the world, out of 10 studied species and 40 varieties, four types of mustard are cultivated mainly: white mustard (*Sinapis alba* L.), Sarepta mustard (*Brassica juncea* Czern.), black mustard (*Brassica nigra* Koch.), and Abyssinian mustard (*Brassica carinata* Braun).*

*In a joint study of Belarusian State Agricultural Academy and the Agricultural Research Center of the National Academy of Sciences of Belarus, they examined the value and the main economically useful traits of zoned varieties of white mustard (*Sinapis alba* L.) Elena, Sarepta mustard (*Brassica juncea* Czern.) Slavia and black mustard (*Brassica nigra* Koch.) Darunak, which are included in the State Register of Varieties of the Republic of Belarus. Varieties of white mustard Elena and Sarepta mustard Slavia were created in the Agricultural Research Center of the National Academy of Sciences of Belarus, and the variety of black mustard Darunak was created in the botanical garden of BSAA.*

As a result of field and laboratory studies in the botanical garden of BSAA, it was found that the average yield of seeds of white mustard of the variety Elena was 2.0-2.5 t / ha with an oil content of 25-27 %, Sarepta mustard of the variety Slavia – 1.7-1.9 t / ha and 35-37 %, black mustard of the variety Darunak – 1.0-1.2 t / ha and 28-30 %, correspondingly.

Zoned varieties of white mustard, Sarepta mustard and black mustard are characterized by a complex of morphometric, morphological and phenological characteristics and are recommended for use in agricultural production and for homestead cultivation.

Key words: white mustard, Sarepta mustard, black mustard, variety, morphometric, morphological and phenological characteristics, productivity.

Введение

В мире насчитывается до 10 видов и до 40 разновидностей горчицы, которые относятся к семейству капустных (*Brassicaceae*). В производстве возделывают четыре основных вида горчицы: горчицу белую (*Sinapis alba* L.) рода Горчица (*Sinapis*), горчицу сарептскую (*Brassica juncea* Czern.) рода Капуста (*Brassica*), горчицу черную (*Brassica nigra* Koch.) рода Капуста (*Brassica*) и горчицу абиссинскую (*Brassica carinata* Braun) рода Капуста (*Brassica*) [1–6].

Различные виды горчицы с успехом используется в качестве масличной, кормовой, сидеральной, зеленой, пряно-ароматической и лекарственной культуры.

В семенах горчицы содержится до 50 % горчичного и до 2 % – эфирных масел. Горчичное масло отличается высокими вкусовыми качествами, его применяют в кулинарии, хлебопекарной, кондитерской, консервной, мыловаренной, текстильной и фармацевтической промышленности. Эфирные масла используют в парфюмерно-косметической и консервной промышленности.

Из семян горчицы делают столовую горчицу. Их употребляют также в смеси для овощных, грибных и мясных маринадов, семенами приправляют салаты и сельдь, горячие рыбные и мясные блюда. Листья отдельных сортов и видов горчицы используют для приготовления салатов и других кулинарных блюд. Все виды горчицы являются отличными медоносами и обладают хорошими фитосанитарными свойствами.

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) используется для возделывания на семена, а также в качестве кормовой и сидеральной культуры. Из-за окраски семян горчицу белую иногда называют горчицей желтой, а из-за ее широкого возделывания в XIX в. в Англии – горчицей английской. Родина горчицы белой – Средиземноморье. Она распространена почти по всей Европе, завезена и возделывается в Сибири, Северной Африке, Китае и Северной Америке. Горчица сарептская (*Brassica juncea* Czern.), которую в Европе часто называют «русской горчицей», была названа в честь немецкого поселения Сарепта-на-Волге, в котором в 1810 г. был основан первый в Европе горчичный маслособойный завод. Наряду с семенами, большого внимания заслуживает свежая зелень сарептской горчицы, обладающая нежным вкусом и ароматом. Горчица черная (*Brassica nigra* Koch.) преимущественно возделывается на юге Европы (Франция, Италия, Испания), в Турции, Индии и Китае в качестве пряно-ароматической культуры. Из ее семян производят также знаменитую дижонскую горчицу. Горчицу абиссинскую (*Brassica carinata* Braun) в основном возделывают в Африке, на Кавказе и юге Европы в качестве масличной и пряно-ароматической культуры. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь в настоящее время внесено 4 сорта горчицы белой в качестве масличной культуры (Ярынка (1998 г.), Арэса (2009 г.), Елена (2009 г.), Хуторянка (2017 г.); 1 сорт горчицы сарептской в качестве масличной культуры (Славия (2017 г.)) и 3 сорта – в качестве горчицы салатной (Краснолистная (1988 г.), Горица (2013 г.), Муравушка (2014 г.); 1 сорт горчицы черной в качестве пряно-ароматической культуры (Дарунак (2018 г.); 1 сорт горчицы абиссинской в качестве масличной культуры (Редбоун (2019 г.)) [10].

Цель исследования – изучить основные хозяйственно ценные признаки районированных сортов основных видов горчицы.

Основная часть

Исследования по изучению основных хозяйственно полезных признаков районированных сортов различных видов горчицы проводили в ботаническом саду УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на протяжении 2017–2019 гг.

В качестве изучаемых видов использовали горчицу белую сорта Елена (сорт создан в НПЦ по биоресурсам, авторы: Я. Пилюк, О. Пикун, Н. Лабановская, В. Позняк, А. Залесский), горчицу сарептскую сорта Славия (сорт создан в НПЦ по земледелию, авторы: Я. Пилюк, О. Пикун, А. Бакановская, Н. Лабановская, В. Позняк, А. Бородько) и горчицу черную сорта Дарунак (сорт создан в УО БГСХА, авторы: Т. Сачивко, В. Босак) [2, 10–14].

Изучение основных хозяйственно полезных признаков районированных сортов различных видов горчицы проводили согласно существующим методикам [15, 16]. Как показали результаты исследования, районированные сорта различных видов горчицы отличались по основным хозяйственно ценным признакам (таблица, рисунок). Наибольшая средняя высота растений оказалась у горчицы белой сорта Елена – 125–140 см, наименьшая – у горчицы черной сорта Дарунак – 65–75 см; у горчицы сарептской сорта Славия средняя высота растений составила 95–105 см. У всех изучаемых видов горчицы отмечен сжатый тип растения и прямостоячий разветвленный тип стебля при количестве ветвей 1-го порядка 4–6 шт. и высоте прикрепления нижних ветвей 55–61 см (горчица белая), 45–55 см (горчица сарептская) и 25–35 см (горчица черная). У горчицы черной и горчицы сарептской отмечена зеленая окраска стеблей, у горчицы белой – зеленая с антоцианом. У всех видов горчицы листья черешкового типа зеленого цвета со средней интенсивностью окраски и очередным расположением.

Однако по форме листовой пластинки изучаемые сорта и виды горчицы существенно отличались. У горчицы белой сорта Елена листовая пластинка у листьев среднего яруса сильно рассеченная, лировидно-перисто-надрезанная, трех-пяти-лопастная. У горчицы сарептской листовая пластинка средне-рассеченная, лировидная; у горчицы черной сорта Дарунак – цельнокраяная, ланцетовидная.

У всех видов горчицы тип соцветия кистевидный, окраска венчика – желтая средней интенсивности с различной крупностью цветков: крупные – у горчицы белой сорта Елена, средние – у горчицы сарептской сорта Славия и мелкие – у горчицы черной сорта Дарунак.

Горчица белая сорта Елена характеризовалась сильнотклоненным положением стручка относительно ветви (75–80°). У горчицы сарептской отклонение стручка относительно ветви составило 30–40°, у горчицы черной сорта Дарунак – 25–30°.

Таблица. Основные хозяйственно ценные признаки районированных сортов различных видов горчицы

Признак	Горчица белая, сорт Елена	Горчица сарептская, сорт Славия	Горчица черная, сорт Дарунак
Морфометрические и фенологические признаки			
Высота растения, см	125–140	95–105	65–75
Тип растения	сжатый	сжатый	сжатый
Тип стебля	прямостоячий, разветвленный	прямостоячий, разветвленный	прямостоячий, разветвленный
Количество ветвей 1-го порядка, шт.	4–6	4–5	4–5
Высота прикрепления нижних ветвей, см	55–61	45–55	25–35
Окраска стебля	зеленая с антоцианом	зеленая	зеленая
Тип листовой пластинки	черешковый	черешковый	черешковый
Длина листовой пластинки, см	11–12	10–15	10–15
Ширина листовой пластинки, см	4–6	4–5	5–7
Окраска листовой пластинки	зеленая	зеленая	зеленая
Интенсивность окраски	средняя	средняя	средняя
Форма листовой пластинки	лировидно-перистая	лировидная	ланцетовидная
Степень гофрированности лиственной пластинки	средняя	средняя	средняя
Степень рассеченности лиственной пластинки	сильная	средняя	слабая
Опушенность листовой пластинки	средняя	слабая	слабая
Зубчатость края листовой пластинки	слабая	слабая	слабая
Расположение листьев	очередное	очередное	очередное
Тип соцветия	кистевидное	кистевидное	кистевидное
Окраска венчика	желтая	желтая	желтая
Интенсивность окраски венчика	средняя	средняя	средняя
Размер цветка	крупный	средний	мелкий
Длина лепестка, см	средняя	средняя	0,7–1,2
Ширина лепестка, см	средняя	средняя	0,4–0,5
Плод	стручок	стручок	стручок
Положение стручка относительно ветви	сильнотклоненное (75–80°)	слаботклоненное (30–40°)	слаботклоненное (25–30°)
Длина стручка (без носика), см	1,5–2,0	1,5–2,5	1,1–1,4
Длина носика, см	1,8–2,2	1,7–2,3	1,5–1,6
Число семян в стручке, шт.	6–8	7–8	4–6
Форма семян	округлая	округлая	шаровидная
Окраска семян	желтая	желтая	бурая
Интенсивность окраски семян	средняя	сильная	средняя
Продолжительность вегетационного периода, дней	96–100	104–108	80–90
Показатели продуктивности			
Урожайность семян, ц/га	20–25	17–19	10–12
Масса 1000 семян, г	7–8	4–5	3–4
Урожайность зеленой массы, ц/га	250–290	220–260	150–180
Масличность семян, %	25–27	35–37	28–30
Содержание белка в семенах, %	26–28	28–30	30–32



лист горчицы белой,
сорт Елена



лист горчицы сарептской,
сорт Славия



лист горчицы черной,
сорт Дарунак



соцветия и стручки горчицы белой,
сорт Елена



соцветия и стручки горчицы сарептской,
сорт Славия



соцветия и стручки горчицы черной,
сорт Дарунак



семена горчицы белой,
сорт Елена



семена горчицы сарептской,
сорт Славия



семена горчицы черной,
сорт Дарунак

Рис. Вегетативные и генеративные органы районированных сортов горчицы

Окраска семян у горчицы белой сорта Елена – желтая со средней интенсивностью, у горчицы сарептской сорта Славия – желтая насыщенная, у горчицы черной сорта Дарунак – бурая.

Наиболее продолжительный вегетационный период отмечен у горчицы сарептской сорта Славия – 104–108 дней; у горчицы белой сорта Елена он составил 96–100 дней, у горчицы черной сорта Дарунак – 80–90 дней.

Важнейшими хозяйственно полезными признаками растений являются показатели урожайности и качества товарной продукции.

Максимальная урожайность семян и зеленой массы получена у горчицы белой сорта Елена – 20–25 ц/га семян и 250–290 ц/га зеленой массы. У горчицы сарептской урожайность семян оказалась 17–19 ц/га, урожайность зеленой массы – 220–260 ц/га, у горчицы черной сорта Дарунак – соответственно 10–12 и 150–180 ц/га.

Наибольшая масличность семян 35–37 % при содержании сырого протеина 28–30 % отмечена у горчицы сарептской сорта Славия. У горчицы черной сорта Дарунак масличность семян составила 28–30 % при содержании сырого протеина 30–32 %; у горчицы белой сорта Елена – 25–27 % (масличность) и 26–28 % (содержание сырого протеина).

Заключение

Районированные сорта горчицы белой (*Sinapis alba* L.) Елена, горчицы сарептской (*Brassica juncea* Czern.) Славия и горчицы черной (*Brassica nigra* Koch.) Дарунак характеризуются комплексом морфометрических, морфологических и фенологических признаков, внесены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь и рекомендуются для использования в сельскохозяйственном производстве и для приусадебного возделывания.

Урожайность семян горчицы белой сорта Елена в среднем составила 20–25 ц/га с масличностью 25–27 % и содержание сырого протеина 26–28 %; горчицы сарептской сорта Славия – 17–19 ц/га с масличностью 35–37 % и содержанием сырого протеина 28–30 %; горчицы черной сорта Дарунак – 10–12 ц/га с масличностью 28–30 % и содержанием сырого протеина 30–32 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние различных форм минеральных удобрений на урожайность горчицы / А. Ф. Минаковский [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 146–149.
2. Горчица сарептская – теперь и в Беларуси / Ф. Привалов [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 3. – С. 78–81.
3. Зотова, Е. Ю. Формирование урожая и качества семян горчицы белой на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Е. Ю. Зотова. – Балашиха, 2005. – 22 с.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Мастеров, А. С. Экономическая эффективность возделывания горчицы белой в зависимости от внесения различных комбинаций микроудобрений и регуляторов роста / А. С. Мастеров, Е. А. Плевко, А. С. Журавский // Вестник БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 64–65.
6. Наумкин, В. П. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР / В. П. Наумкин, Н. И. Велкова. – Орел: ОГАУ, 2009. – 306 с.
7. Пикун, О. А. Особенности возделывания горчицы белой на маслосемена / О. А. Пикун, А. В. Бакановская, Я. Э. Пилюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 1. – С. 50–54.
8. Пикун, О. А. Особенности технологии возделывания горчицы сарептской на маслосемена / О. А. Пикун, А. В. Бакановская, Я. Э. Пилюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 1 (приложение). – С. 54–58.
9. Радченко, В. И. Влияние минеральных удобрений на формирование урожая горчицы сарептской на обыкновенном черноземе: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. И. Радченко. – Ставрополь, 2004. – 23 с.
10. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – 272 с.
11. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленых и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 93–96.
12. Сачивко, Т. В. Новый сорт горчицы черной: характеристика и особенности селекции / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки). – Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2019. – Т. 1. – С. 350–352.
13. Сачивко, Т. В. Развитие сырьевой базы и переработки пряно-ароматических растений в Республике Беларусь / Т. В. Сачивко, Л. И. Дулевич // Научный и инновационный потенциал развития производства, переработки и применения эфиромасличных и лекарственных растений. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. – С. 59–66.
14. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
15. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность: горчица черная (*Brassica nigra* Koch.): ВУ ТГ / RTG / 1092/1 / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2017. – 6 с.
16. Методика проведения испытания сортов на отличимость, однородность и стабильность / В. А. Бейня [и др.]; Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2016. – 212 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, УСТОЙЧИВЫХ К ГЕРБИЦИДАМ ГРУППЫ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИН

В. В. КИРИЧЕНКО, Е. Н. МАКЛЯК

*Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины,
г. Харьков, Украина, 61060, e-mail: yuriev1908sunflower@gmail.com*

Е. А. ЛЕБЕДЕНКО

*ООО Тимаг Агро Украина,
г. Киев, Украина, 61060, e-mail: magularus@gmail.com*

(Поступила в редакцию 14.01.2020)

Передовым методом защиты посевов подсолнечника от широкого спектра двудольных сорняков является создание гибридов, устойчивых к послевсходовым гербицидам определенных химических групп. В статье представлены результаты полевых многолетних испытаний гибридов подсолнечника. Сравнивали урожайность, продолжительность вегетационного периода и экологическую пластичность гибридов, устойчивых к гербицидам группы сульфониломочевин, группы имидазолинонов и неустойчивых к гербицидам. Подтверждена устойчивость гибридов Феномен, Равелин и Годувальник к гербициду группы сульфониломочевин – Экспресс 75 % в. г. Устойчивые гибриды по урожайности не уступали гибридам-стандартам разных групп спелости как в благоприятных условиях среды, так и в неблагоприятных. Однако, максимальная урожайность и наибольшая прибавка урожайности в благоприятных условиях установлена для неустойчивого к гербицидам гибрида Гуслиар. Гибрид Феномен, по сравнению с Равелином, показал больший потенциал урожайности в благоприятных условиях среды. Сокращение продолжительности вегетационного периода вследствие повышенных температур воздуха в первой половине вегетации растений подсолнечника не привело к существенному снижению урожайности гибридов.

По уровню экологической пластичности, среди изученных выделены гибриды трех групп. Экологическая пластичность устойчивых к гербициду Экспресс 75 % в. г. гибридов в изменчивых условиях выращивания находилась на уровне средней экологической пластичности всех исследованных гибридов. Этим они отличались от неустойчивых гибридов и гибрида Фундатор, устойчивого к гербицидам группы имидазолинонов. Самый высокий уровень экологической пластичности установлен у неустойчивого гибрида Гуслиар, самый низкий – у гибрида Фундатор.

Ключевые слова: *подсолнечник, гибрид, урожайность, устойчивость, экологическая пластичность, послевсходовый гербицид.*

Development of hybrids that are resistant to post-emergence herbicides belonging to certain chemical groups is an advanced method of protecting sunflower crops against a wide assortment of dicotyledonous weeds. The article presents results of multi-year field experiments with sunflower hybrids. The yields, growing period lengths and environmental plasticity of hybrids that are resistant to sulfonyleurea- and imidazolinone-derived herbicides as well as of herbicide-susceptible hybrids were compared. The resistance of hybrids Fenomen, Ravelin and Goduvalnik to sulfonyleurea-derived herbicide Express 75 % in water soluble granules was confirmed. The resistant hybrids were not inferior to check hybrids of different ripeness groups in terms of yield, both in favorable environmental conditions and in unfavorable ones. However, the maximum yield and the greatest gain in the yield in favorable conditions were produced by herbicide-susceptible hybrid Gusliar. Hybrid Fenomen, in comparison with Ravelin, showed a higher yield potential in favorable environmental conditions. Reduction in the growing period length due to elevated air temperatures in the first half of the growing period of sunflower plants did not cause a significant decrease in the hybrids' yields.

As to environmental plasticity, the studied hybrids were categorized in three groups. The environmental plasticity of Express 75 % WG-resistant hybrids under variable growing conditions was at the level of average environmental plasticity of all the studied hybrids. In this way they differed from susceptible hybrids and imidazolinone-derived herbicide-resistant hybrid Fundator. The highest environmental plasticity was observed in susceptible hybrid Gusliar; the lowest – in hybrid Fundator.

Key words: *sunflower, hybrid, yield, resistance, environmental plasticity, post-emergence herbicide.*

Введение

Засоренность посевов – один из факторов, дестабилизирующих производство подсолнечника в Украине [1]. Проблему засоренности не во всех случаях можно успешно решить агротехническими методами. Создание гибридов подсолнечника, устойчивых к послевсходовым гербицидам определенных химических групп, является одним из передовых методов защиты посевов культуры от широкого спектра сорняков.

Селекционно-семеноводческие фирмы, представленные на рынке Украины, предлагают гибриды подсолнечника, устойчивые к гербицидам группы сульфониломочевин и группы имидазолинонов [2, 3]. В этом случае защита подсолнечника от двудольных и многолетних сорняков (*Sonchus* spp., *Cirsium* spp., *Chenopodium* spp., *Xanthium* spp., *Datura stramonium* L. и др. [4]) обеспечена селекционным, экологически безопасным путем. Стремительно развитие молодых растений сорняков совпадает с фазой 4–6 настоящих листьев подсолнечника. Эта фаза является одной из главных в формировании потенциальной продуктивности подсолнечника [5]. Уже через два часа после обработки современными

послевсходовыми гербицидами группы сульфонилмочевин, сорняки прекращают рост, поглощение воды и питательных веществ из почвы, соответственно, прекращают конкурировать с культурными растениями [6].

Украинская селекция в последние годы активно развивается в данном направлении. В Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН (далее – ИР), с целью поиска источников устойчивости, исследована коллекция самоопыленных линий подсолнечника, выделены устойчивые родительские компоненты гибридов [7]. Результатом работы стало создание устойчивых гибридов, сохраняющих высокий уровень урожайности семян на фоне обработки растений гербицидами указанных химических групп [8, 9].

Однако задача современной селекции состоит не только в достижении определенного уровня устойчивости, но и в сохранении способности генотипа реализовать высокий потенциал продуктивности в различных погодно-климатических условиях. Сравнение этой способности у гибридов подсолнечника разных групп устойчивости (устойчивые к гербицидам группы сульфонилмочевин, устойчивые к гербицидам группы имидазолинонов, неустойчивые) в литературе не освещено.

Для оценки изменчивости урожайности генотипов в изменяющихся условиях выращивания существует ряд статистических параметров. Одним из наиболее информативных и наиболее часто применяемых в научных исследованиях параметров является коэффициент экологической пластичности b_i [10]. Поэтому заданием наших исследований стала оценка экологической пластичности гибридов в изменяющихся условиях выращивания, с последующими рекомендациями по наиболее эффективному производственному использованию этих гибридов.

Основная часть

В статье представлены результаты полевых испытаний шести гибридов подсолнечника селекции ИР. Исследования проводили на полях научного севооборота ИР в 2014–2015 гг., 2017–2019 гг. Три гибрида из числа включенных в опыт (Равелин, Феномен, Годувальник) – устойчивые к гербицидам группы сульфонилмочевин; один гибрид (Фундатор) – устойчивый к гербицидам группы имидазолинонов. Два гибрида (Ясон, Гусяр) – стандарты урожайности для ранней и среднеранней групп спелости, неустойчивые к гербицидам указанных химических групп.

Территория землепользования ИР размещена в Харьковской области, на расстоянии 15 км на восток от г. Харьков, в Лесостепном агропочвенном районе. Почва опытного участка представлена мощным слабощелочным тяжелосуглинистым пылеватым черноземом на пылевато-суглинистом карбонатном лессе [11]. Предшественник – зерновые колосовые. Система обработки почвы общепринятая в зоне выращивания. Густота стояния растений 55–60 тыс. растений на 1 га. Учетная площадь делянки – 15,75 м². Рассчитывали урожайность гибридов в т/га, которую приводили к стандартной 10%-ной влажности с помощью коэффициента влажности. Повторность четырехкратная. Посев опытных делянок ежегодно проводили в первой декаде мая.

Климат зоны умеренно-континентальный. По норме 1960–1991 гг. месяцы активной вегетации подсолнечника характеризуются высокой температурой воздуха: май 15,6 °С, июнь 18,9 °С, июль 20,4 °С, август 19,5 °С. Количество осадков составляет: май 48,0 мм, июнь 58,0 мм, июль 61 мм, август 51 мм [12]. Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными по температурному режиму и сумме осадков как в целом за вегетационный период, так и по отдельным месяцам, и существенно отклонялись от средней многолетней нормы.

Средняя температура воздуха (данные метеостанции «Аэропорт», 49°55'N, 36°17'E) составляла в 2014 году: май 18,3 °С, июнь 18,5 °С, июль 22,5 °С, август 21,2 °С. В 2015 году: май 16,0 °С, июнь 21,4 °С, июль 21,3 °С, август 21,7 °С. В 2017 году: май 14,6 °С, июнь 19,6 °С, июль 21,5 °С, август 23,5 °С. В 2018 году: май 18,6 °С, июнь 20,5 °С, июль 22,7 °С, август 23,2 °С. В 2019 году: май 17,4 °С, июнь 23,6 °С, июль 20,7 °С, август 21,2 °С.

Сумма осадков составляла в 2014 году: май 28,6 мм, июнь 63,4 мм, июль 66,0 мм, август 59,7 мм. В 2015 году: май 46,9 мм, июнь 80,7 мм, июль 123,5 мм, август 2,6 мм. В 2017 году: май 60,5 мм, июнь 29,4 мм, июль 67,1 мм, август 14,1 мм. В 2018 году: май 28,0 мм, июнь 39,0 мм, июль 51,0 мм, август 0,0 мм. В 2019 году: май 93,7 мм, июнь 28,5 мм, июль 96,8 мм, август 11,0 мм.

Разнообразные погодные условия позволили оценить реакцию гибридов на изменение условий выращивания.

Полевые испытания гибридов и статистическую обработку опытных данных проводили по методике Б. А. Доспехова [13]. Коэффициент пластичности (b_i) рассчитывали по методике S. A. Eberchart, W. A. Russel [10]. Индекс условий среды рассчитывали как разницу между средним значением при-

знака по всем гибридам в данном году и средним значением признака по всем гибридам за весь период наблюдений [10].

В 2014–2015 гг. гибриды испытывали на устойчивость к гербицидам. В 2017–2019 гг. по методике конкурсного сортоиспытания проводили сравнение указанных гибридов по урожайности семян и продолжительности периода от всходов до наступления физиологической спелости. Экспериментальные данные 2017–2019 гг. использовали для вычисления коэффициентов пластичности.

Устойчивость гибридов к гербицидам группы сульфонилмочевин определяли следующим образом. Обработку проводили в полевых условиях препаратом Экспресс 75 % в. г. (д. в. – трибенурон-метил 750 г/кг), с использованием ручного опрыскивателя объемом 3 л. Норма внесения гербицида – 25 г/га, расход рабочей жидкости – 300 л/га. Обработку проводили, когда растения подсолнечника достигли фазы 4–6 настоящих листьев. Через четверо суток после обработки на растениях гибридов Равелин, Феномен и Годувальник появились признаки слабого повреждения (бал фитотоксичности 0–1 в соответствии с разработанной нами шкалой оценки [14]), которые исчезли на восьмые сутки после обработки. В дальнейшем эти растения визуально не отличались от необработанных. Урожайность семян, определенная для обработанных и необработанных делянок устойчивых гибридов, не различалась более чем на величину НСР₀₅. Растения гибридов Ясон и Гусяр прекратили развитие и мумифицировались в среднем в течение 12-суток после обработки. С делянок этих гибридов урожай не был собран. Гибрид Фундатор подтвердил устойчивость к гербициду группы имидазолинонов Евро-Лайтнинг в соответствии с методикой, описанной в [15].

Двухфакторным дисперсионным анализом урожайности гибридов подсолнечника (фактор А – гибрид, фактор Б – год испытаний) на высоком уровне значимости ($p=0,01$) подтверждена достоверность различий между гибридами и между годами испытаний (табл. 1). Также достоверным было взаимодействие между факторами опыта (гибрид × год), т. е. гибриды по-разному реагировали на изменение условий выращивания. Такие выводы дали основания для дальнейших расчетов коэффициентов экологической пластичности гибридов.

Таблица 1. Двухфакторный дисперсионный анализ урожайности гибридов подсолнечника, 2017–2019 гг.

Источник дисперсии	MS	F _{факт.}
Фактор А (гибрид)	3,8233	59,6*
Фактор Б (год испытаний)	0,5772	9,0*
А × Б (взаимодействие факторов)	0,2026	3,2*

* – достоверно при уровне значимости 0,01.

В табл. 2 приведены данные по урожайности гибридов и продолжительности межфазного периода от всходов до наступления фазы физиологической спелости. Худшие условия среды наблюдали в 2017 году (индекс среды составил –0,51 т/га, средняя урожайность по гибридам 2,57 т/га). В условиях 2017 года не выявлено достоверной разницы между включенными в опыт гибридами по урожайности, которая варьировала от 2,42 до 2,73 т/га и не выходила за границы НСР₀₅.

Таблица 2. Результаты испытания гибридов подсолнечника, ИР, 2017–2019 гг.

Гибрид	2017 год		2018 год		2019 год		Среднее значение по гибриду		b_i по урожайности	Уровень b_i
	урожайность семян, т/га	ППВФС*, сут.	урожайность семян, т/га	ППВФС*, сут.	урожайность семян, т/га	ППВФС*, сут.	урожайность семян, т/га	ППВФС*, сут.		
Равелин	2,42	110	3,04	109	3,49	103	2,98	107	1,110	$b_i=1(\pm\sigma)$
Феномен	2,60	109	3,60	109	3,35	103	3,18	107	1,119	$b_i=1(\pm\sigma)$
Годувальник	2,55	110	3,52	110	3,44	105	3,17	108	1,196	$b_i>(1+\sigma)$
Гусяр	2,50	109	3,72	109	3,43	103	3,22	107	1,378	$b_i>(1+\sigma)$
Ясон	2,62	105	3,20	103	3,35	97	3,06	102	0,858	$b_i<(1-\sigma)$
Фундатор	2,73	109	2,87	109	3,10	102	2,90	107	0,340	$b_i<(1-\sigma)$
среднее значение по гибридам	2,57	109	3,32	108	3,36	102	3,08	106	($1\pm 0,133$)**	–
Индекс среды	–0,51	3	0,24	2	0,28	–4	–	–	–	–

Примечания: 1. НСР₀₅ попарного сравнения вариантов по урожайности семян 0,36 т/га; 2. * – ППВФС – продолжительность периода «всходы–физиологическая спелость»; 3. ** – ($1\pm\sigma$).

Более благоприятные условия для формирования урожайности подсолнечника сложились в 2018 и 2019 гг. В условиях 2018 года индекс среды равнялся 0,24 т/га, а среднее значение урожайности по

гибридам – 3,32 т/га. В условиях 2018 года урожайность гибрида Фундатор (3,10 т/га) была достоверно меньше урожайности гибридов Феномен (3,60 т/га), Годувальник (3,52 т/га) и Гусяр (3,72 т/га).

Продолжительность периода «всходы – физиологическая спелость» в 2017 и 2018 годах различалась несущественно средней урожайности гибридов по годам. Повышенная температура воздуха июня 2019 года привела к сокращению продолжительности межфазного периода от всходов до цветения. Соответственно общая продолжительность вегетационного периода подсолнечника сократилась на 5–7 суток. Однако это не отразилось на уровне урожайности изученных гибридов. В 2019 году индекс среды составил 0,28 т/га, а средняя урожайность по гибридам – 3,36 т/га. В условиях года урожайность гибрида Фундатор (3,10 т/га) была достоверно меньше урожайности гибрида Равелин (3,49 т/га).

По значениям коэффициента пластичности гибриды разделены следующим образом. 1). $b_i > (1 + \sigma)$ – чувствительность уровня урожайности гибридов на изменчивость условий среды вышла за пределы чувствительности всей совокупности гибридов, а значение урожайности в благоприятных условиях (т.е. в условиях с максимальным проявлением урожайности) возрастает. 2). $b_i = 1 (\pm \sigma)$ – степень чувствительности к условиям среды находится на уровне средней чувствительности всех исследованных гибридов. 3). $b_i < (1 - \sigma)$ – значение урожайности (относительно урожайности других исследованных гибридов) в более благоприятных условиях уменьшается.

Среди изученных по уровню экологической пластичности выделены гибриды трех групп. Максимальная урожайность (3,72 т/га) и наибольшая прибавка урожайности в благоприятных условиях (разница между урожайностью 2017 года и 2018 года составила 1,22 т/га) установлена у гибрида Гусяр ($b_i = 1,378$). Этот гибрид можно отнести к гибридам интенсивного типа, он наиболее полно раскрывает свой потенциал в благоприятных условиях.

Для гибридов Равелин и Феномен реакция на изменчивость условий среды находилась в пределах средней для данной выборки гибридов ($b_i = 1,110$ и $b_i = 1,119$). Феномен, по сравнению с Равелином, показал больший потенциал урожайности в благоприятных условиях 2018 года. Гибрид Годувальник по значению коэффициента пластичности ($b_i = 1,196$) занял промежуточное положение между высокопластичными гибридами и гибридами со средней реакцией на условия среды, однако в большей степени его можно отнести ко второй группе.

Относительно слабой отзывчивостью (среди изученных гибридов) на изменение условий среды характеризовались Ясон и Фундатор ($b_i = 0,858$ и $b_i = 0,340$).

Заключение

Установлено, что гибриды подсолнечника Равелин, Феномен и Годувальник устойчивы к гербициду группы сульфонилмочевин Экспресс 75 % в. г. (д. в. – трибенурон-метил 750 г/кг), при обработке в полевых условиях с нормой внесения гербицида 25 г/га. Включенные в опыт гибриды по-разному реагировали на изменение условий выращивания. Максимальная урожайность (3,72 т/га в благоприятном 2018 году) и наибольшая прибавка урожайности в благоприятных условиях (1,22 т/га) установлена у гибрида Гусяр ($b_i = 1,378$). Экологическая пластичность гибридов Равелин и Феномен отличалась от пластичности неустойчивых и находилась в пределах средней для данной выборки гибридов ($b_i = 1,110$ и $b_i = 1,119$). Гибрид Годувальник по значению коэффициента пластичности ($b_i = 1,196$) занял промежуточное положение между высокопластичными гибридами и гибридами со средней реакцией на условия среды, однако в большей степени его можно отнести к среднепластичным. Гибриды Равелин, Феномен и Годувальник занесены в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Землеробство: підручник / В. П. Гудзь [та ін.] / За ред. В. П. Гудзя. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – С. 37–39.
2. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus* L.) / K. Al-Khatib [et al.] // Weed Science. – 1998. – No 46. – P. 403–407.
3. Miller, J. F. Development of herbicide resistant germplasm in sunflower / J. F. Miller, K. Al-Khatib // Proc. of 15th Inter. Sunfl. Conf., France, Toulouse, 2000. – Vol. 2. – P. 419–423.
4. Осінній, М. Г. Довідник для вивчення бур'янів за сходами: навчальний посібник / М. Г. Осінній, О. М. Пічугин, О. В. Ільїн / За ред. М. Г. Осіннього. – Сімферополь: «Аріал», 2008. – С. 10–57.
5. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков гибридов подсолнечника в условиях Лесостепи Украины / В. В. Кириченко [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 47–50.
6. Сучасна пропозиція ExpressSun™ // Каталог засобів захисту рослин DuPont. – 2014. – С. 58–64.
7. Лебедець, Э. О. Сстійкість форм соняшнику до гербіциду Експрес 75 в. г. / Э. О. Лебедець, В. В. Кириченко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2015. – Вип. 18. – С. 138–143.

8. Сатаров, А.З. Изменчивость селекционных признаков у гибридов подсолнечника на фоне применения гербицида евро-лайтнинг / А. З. Сатаров, В. В. Кириченко // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2015. – № 1 (161). – С. 36–40.
9. Лебеденко, Э. О. Вплив гербіциду групи сульфонилсечовини Експрес 75 в.г. на мінливість господарсько цінних ознак у гібридів першого покоління / Э. О. Лебеденко, В. В. Кириченко, О. З. Сатаров // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2016. – Вип. 20. – С. 150–157.
10. Eberchart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberchart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6, No 1. – P. 36–40.
11. Почвенно-климатические условия зон области / Н. И. Полупан [и др.] // Научно обоснованная система земледелия Харьковской области. – Харьков: Облполиграфиздат, 1988. – С. 7–13.
12. Кульбіда, М. І. Середня декадна та місячна сума опадів (за період 1961–1990 рр.). / М. І. Кульбіда, Т. І. Адаменко. – К., 2000. – 6 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по агроном. специальностям / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Лебеденко, Е. А. Устойчивость подсолнечника к гербицидам широкого спектра действия – новое направление селекции культуры / Е. А. Лебеденко, В. В. Кириченко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2014. – Вип. 16 – С. 112–120.
15. Сатаров, О. З. Мінливість селекційних ознак та добір гібридів соняшнику на фоні внесення гербіциду Євро-Лайтнінг / О. З. Сатаров, В. В. Кириченко // Вісник СНАУ: наук. журнал. – 2015. – Вип. 9 (30). – С. 8–11.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ДИНАМИКУ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЕЁ НА ЗЕРНО

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, С. С. МОСУР

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

(Поступила в редакцию 24.02.2020)

Кукуруза (*Zea mays L.*) – ценное пищевое и техническое растение, почти все части которого используются в различных отраслях промышленности. Это одна из ведущих зерновых культур мирового земледелия. В развитии кормовой базы ей принадлежит важная роль как высокопродуктивному растению.

В статье приведены исследования по влиянию органических и минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на урожайность зерна кукурузы, динамику роста и содержание сухого вещества при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В настоящее время производство растениеводческой продукции не представляется возможным без использования минеральных удобрений и стимуляторов роста, что в настоящее время является наиболее перспективным приемом повышения урожайности и качества растениеводческой продукции. Кукуруза хорошо отзывается на удобрения. Для формирования высокого урожая необходима достаточная обеспеченность элементами питания. В современных технологиях возделывания кукурузы используются также различные средства, содержащие вещества, активизирующие рост. Они способствуют повышению всхожести и энергии прорастания семян, усиливают ростовые процессы культуры, ускоряют развитие растений, повышают урожайность.

Применение специализированных комплексных удобрений для кукурузы позволит за один проход техники внести весь необходимый комплекс питательных элементов, уменьшит неравномерность внесения удобрений. Дополнение допосевного внесения опрыскиванием посевов комплексными препаратами, содержащими микроэлементы и регуляторы роста, позволит повысить стрессоустойчивость растений к неблагоприятным метеорологическим условиям, а использование комплексных удобрений и комплексных препаратов позволит разработать ресурсоэкономную систему удобрения, позволяющую снизить затраты на применение средств химизации.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, зерно, удобрение, микроудобрение, окупаемость удобрений, регулятор роста.

*Corn (*Zea mays L.*) is a valuable food and technical plant, almost all parts of which are used in various industries. This is one of the leading grain crops in world agriculture. In the development of food supply, it plays an important role as a highly productive plant.*

The article presents studies on the influence of organic and mineral macro-, micro-, and complex fertilizers and a growth regulator on the grain yield, growth dynamics and dry matter content of corn cultivated on sod-podzolic light loamy soil. Currently, the production of crop products is not possible without the use of mineral fertilizers and growth stimulants, which is currently the most promising method of increasing the yield and quality of crop products. Corn responds well to fertilizers. To form a high yield, sufficient supply of nutrients is required. Modern corn cultivation technologies also use various products containing substances that stimulate growth. They help to increase the germination and energy of seed germination, enhance the growth processes of the crop, accelerate the development of plants, increase productivity.

The use of specialized complex fertilizers for corn will make it possible to introduce the entire necessary complex of nutrients in one pass of the equipment, and reduce the unevenness of fertilizer application. The addition of pre-sowing spraying of crops with complex preparations containing microelements and growth regulators will increase the stress resistance of plants to adverse weather conditions, and the use of complex fertilizers and complex preparations will allow developing a resource-saving fertilizer system that can reduce the cost of using chemicals.

Key words: corn, productivity, grain, fertilizer, microfertilizer, payback of fertilizers, growth regulator.

Введение

Кукуруза (*Zea mays L.*) – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Она уникальна высокой потенциальной урожайностью и универсальностью использования. Возделывание кукурузы на зерно, как в нашей стране, так и в мировом земледелии, в последние годы стало важнейшей задачей сельского хозяйства ([1, с 49], [2, с 72]).

Оптимизация питания растений и повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Важным фактором повышения урожайности кукурузы является оптимизация минерального питания растений всеми необходимыми и незаменимыми макро- и микроэлементами. Органическая система удобрений не имеет преимуществ по продуктивности без применения минеральных удобрений, которые обеспечивают около 30 % прироста зеленой массы ([3, с. 276], [4, с. 7–9], [5, с. 84–86], [6, с. 163–166], [7, с. 527–549], [8, с. 93–99]).

Цель исследований – изучить влияние органических и минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на динамику роста и продуктивность кукурузы при возделывании на зерно на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2019 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком. Почва опытного участка имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка, повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова. Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Тип зерна промежуточный. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Регистрационный номер 2009262. Vegetационный период, дней 106–109.

В опытах применялись удобрения: мочевина (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅, 9 % N); хлористый калий (60 % K₂O); навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %); Адоб-Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим-Zn(6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим-Cu(6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим-ZnB(4,6 % Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л), Кристалон ((N – 18 %; P₂O₅ – 18,0 %; K₂O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO₃ – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %)); Экосил – 5 %-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот. Использовалось комплексное удобрение марки 15-12-19 с 0,2 % B и 0,1 % Zn для кукурузы в дозе эквивалентной варианту (N₉₀P₇₀K₁₂₀), разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Обработку растений кукурузы проводили регулятором роста Экосил (50 мл/га), микроудобрением Адоб Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим Zn(1,5 л/га)+ МикроСтим Cu (1 л/га), МикроСтим Zn,B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га) в фазу 6–8 листьев. Общая площадь делянки – 25,2 м², учётная – 16,8 м². Повторность четырёхкратная. Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля. Норма высева семян 85 тыс.шт./га.

В фазе 3–4 листьев разница между всеми вариантами по высоте растений была практически незначительной. (табл. 1).

Таблица 1. Влияние навоза макро-, микроудобрений и регулятора роста на динамику роста растений кукурузы в среднем за 2018 и 2019 г.

		Линейный рост, см			
		Фаза 3–4 листа	Фаза 6–8 листьев	Вымётывание	Молочно-восковая спелость
1	Контроль	13,5	22,5	167,0	230,5
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	15,0	27,5	198,0	243,0
3	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	16,0	27,0	202,5	248,5
4	АФК (ЭКВ.В 3)	16,0	30,5	204,5	256,5
5	N ₉₀ /P ₇₀ /K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	17,0	29,5	211,0	264,5
6	N ₁₂₀ /P ₈₀ /K ₁₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	17,5	34,5	219,0	272,0
7	Фон + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	16,5	30,0	217,5	269,0
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	16,0	33,5	224,5	276,5
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + 75 г/га Cu)	16,0	31,0	217,0	270,0
10	Фон + Кристалон	16,5	31,0	226,0	281,0
11	Фон+экосил	16,0	34,0	237,0	296,5
12	Фон+ МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	16,0	31,5	220,5	271,0
13	Навоз+ N ₉₀ /P ₇₀ /K ₁₂₀ + N ₃₀	18,0	33,5	244,5	295,0
14	Навоз + N ₉₀ /P ₇₀ /K ₁₂₀ + N ₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	18,0	33,5	250,5	300,5
НСР ₀₅		1,8	1,3	5,5	4,9

В контрольном варианте без применения удобрений растения имели высоту 13,5 см. Максимального линейного роста достигли растения в вариантах с применением навоза, что значительно отличается от фонового варианта (N₉₀/P₇₀/K₁₂₀ + N₃₀) и варианта без применения удобрений.

В фазе 6–8 листьев разница между вариантами стала более значительной. Минимальный линейный рост был в варианте без применения удобрений. Высота растений в этом варианте составила

22,5 см. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ повышало высоту растений в фазе 6–8 листьев на 5 см, в фазе вымётывания – на 15,5 см. Увеличение дозы минеральных удобрений до $N_{90}P_{70}K_{120}$ повышало высоту растений в фазе 3–4 листьев на 2,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 5,5 см, в фазе вымётывания – на 17 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 8 см по сравнению с вариантом без применения удобрений. Внесение комплексного АФК удобрения с бором и цинком увеличивало высоту растений по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 3–4 листьев на 2,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 8 см, в фазе вымётывания – на 22 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 16 см. Вариант с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ увеличивал высоту растений в фазе 3–4 листьев на 3,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 7 см, в фазе вымётывания – на 23,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 24 см по сравнению с вариантом без применения удобрений. Применение МикроСтим Цинк на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ способствовало увеличению высоты растений в фазе вымётывания на 6,5 см по сравнению с фоновым вариантом.

Некорневая подкормка АДОБ цинк на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ увеличивала высоту растений в фазе вымётывания на 13,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 12 см.

Применение МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + 75 г/га Cu) на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ повышало высоту растений по сравнению с фоном в фазе 6–8 листьев на 2 см, в фазе вымётывания – на 6 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 5,5 см (табл. 1)

Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ повышала высоту растений в фазе вымётывания на 16 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 16,5 см.

Обработка посевов регулятором роста Экосил увеличивала высоту растений на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ в фазе вымётывания на 27,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 32 см.

Некорневая подкормка МикроСтим цинк, бор (1,65 л/га Zn) на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ в фазе вымётывания повышала высоту растений на 9,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 6,5 см.

Применение навоза на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ увеличивало высоту растений на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ в фазе 6–8 листьев на 4 см, в фазе вымётывания – на 33,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 30,5 см. Внесение навоза в сочетании с МикроСтим Цинк (75 г/га Zn) на фоне $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ повышало высоту растений в фазе 6–8 листьев на 4 см, в фазе вымётывания – на 39,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 36 см. В этом варианте была максимальная высота растений кукурузы 280 см в 2018 году и 300 см в 2019 году, а также в среднем за 2 года (290 см), что, по-видимому, обеспечивало большее накопление биомассы и получение более высокой урожайности зерна в опыте. Применение комплексного АФК удобрения с бором и цинком по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}$) применялись карбамид (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P_2O_5 , 9 % N); хлористый калий (60 % K_2O), увеличивало урожайность зерна кукурузы на 4,7 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность зерна кукурузы

Вариант		Урожайность, ц/га		Среднее	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
		2018	2019				
1	Контроль	48,0	50,0	49,0	–	–	–
2	$N_{60}P_{60}K_{90}$	59,3	57,0	58,2	9,2	–	4,4
3	$N_{90}P_{70}K_{120}$	69,3	63,0	66,2	17,2	–	6,1
4	АФК (ЭКВ.В 3)	75,8	66,0	70,9	21,9	–	7,8
5	$N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$ – ФОН	83,8	73,0	78,4	29,4	–	9,5
6	$N_{120}/P_{80}/K_{130} +$ МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	96,8	80,0	88,4	39,4	10,0	11,9
7	Фон + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	91,0	79,0	85,0	36,0	6,6	11,6
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	91,3	80,0	86,7	37,7	8,3	12,2
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + (75 г/га Cu)	91,3	84,0	86,0	37,0	7,6	11,9
10	Фон + Кристалон	97,3	95,0	96,2	47,2	17,8	15,2
11	Фон + Экосил	90,8	80,0	85,4	36,4	7,0	11,7
12	Фон + МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	91,8	90,0	90,9	41,9	12,5	13,5
13	Навоз 60 т/га + $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30}$	107,8	96,0	101,9	52,9	23,5	–
14	Навоз 60 т/га + $N_{90}/P_{70}/K_{120} + N_{30} +$ МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	108,5	99,0	103,8	54,8	25,4	–
	НCP ₀₅	5,4	5,4	3,7	–	–	–

Некорневые подкормки на фоне $N_{90}+30P_{70}K_{120}$ Адоб Zn, МикроСтим Zn, МикроСтим Zn,Cu и МикроСтим Zn,B повышали урожайность зерна кукурузы на 8,3, 6,6, 7,6 и 12,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 12,2, 11,6, 11,9 и 13,5 кг зерна соответственно. Применение регулятора роста Экосил увели-

чивало урожайность зерна кукурузы по сравнению с фоновым вариантом ($N_{90+30}P_{70}/K_{120}$) на 7 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 11,7 кг зерна. Урожайность зерна кукурузы в варианте с применением Фон + Кристалон составила 96,2 ц/га, что на 17,8 ц/га больше фонового варианта. В этом варианте опыта отмечена максимальная окупаемость 1 кг НРК кг зерна (15,2 кг). Внесение 60 т/га навоза увеличивало урожайность зерна по сравнению с фоном на 23,5 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 11,7 кг зерна. Средняя урожайность за 2 года в данном варианте составила 101,9 ц/га. Максимальная урожайность зерна была получена в варианте с применением навоза на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ с некорневой подкормкой МикроСтим Цинк 75 г/га и составила 103,9 ц/га, что на 25,4 ц/га больше по сравнению с фоновым вариантом.

Важным показателем качества зерна является масса 1000 семян.

Применение $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{70}K_{120}$ повышало массу 1000 семян кукурузы по сравнению с неудобренным контролем в среднем за 2 года на 18 и 28,5 г соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Влияние навоза макро-, микроудобрений и регулятора роста на массу 1000 семян растений кукурузы в среднем за 2018 и 2019 г.

		Масса 1000 семян, г		
		2018 г.	2019 г.	Среднее за 2018–2019 г.
1	Контроль	220	175	197,5
2	$N_{60}P_{60}K_{90}$	232	199	215,5
3	$N_{90}P_{70}K_{120}$	236	216	226,0
4	АФК (ЭКВ.В 3)	240	225	232,5
5	$N_{90}P_{70}/K_{120} + N_{30}$ – ФОН	250	225	237,5
6	$N_{120}/P_{80}/K_{130} +$ МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	270	250	260,0
7	Фон + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	260	232	246,0
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	263	233	248,0
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + (75 г/га Cu)	264	249	256,5
10	Фон + Кристалон	266	283	274,5
11	Фон+экосил	258	233	245,5
12	Фон+ МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	270	266	268,0
13	Навоз+ $N_{90}P_{70}/K_{120} + N_{30}$	275	284	279,5
14	Навоз + $N_{90}P_{70}/K_{120} + N_{30} +$ МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	280	300	290,0
	НСР ₀₅	3,7	5,9	3,4

Новое специализированное комплексное удобрение для кукурузы с цинком и бором по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}$) мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия увеличивало массу 1000 семян кукурузы на 35 г. Некорневые подкормки на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ Адоб Zn, МикроСтим Zn, МикроСтим Zn,Cu и МикроСтим В,Zn способствовали возрастанию массы 1000 семян кукурузы на 10,5, 8,5, 19 и 30,5 г соответственно. Подкормка комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды) на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивала массу 1000 семян на 37 г.

Масса 1000 семян в вариантах с применением МикроСтим Zn на фоне $N_{120+30}P_{80}K_{130}$ была выше на 22,5 г по сравнению с фоновым вариантом ($N_{90+30}P_{70}K_{120}$). Обработка посевов кукурузы регулятором роста Экосил на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ повышала массу 1000 семян на 8 г. Сочетание навоза и минеральных удобрений обеспечивало самую высокую массу 1000 семян кукурузы. Внесение 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Zn повышало массу 1000 семян на 42 и 52,5 г соответственно. В варианте Навоз + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Цинк отмечена максимальная масса 1000 семян кукурузы, что и способствовало формированию наиболее высокой урожайности зерна в опыте.

Закключение

1. Применение навоза, макро-, микроудобрений и регулятора роста существенно увеличивало линейный рост кукурузы. Максимальная высота растений кукурузы (295,0 и 300,0 см) в фазе молочно-восковой спелости отмечена в вариантах с применением навоза 60 т/га + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Zn.

2. Комплексное АФК удобрение с В и Zn по сравнению с внесением карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия в эквивалентной по НРК дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}$) способствовало увеличению урожайности зерна кукурузы на 4,7 ц/га.

3. Некорневая подкормка на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ МикроСтим Цинком, Адоб Цинком, МикроСтим Цинк, Медь, МикроСтим Цинк, Бор и Кристалоном повышала урожайность зерна кукурузы на 6,6: 8,3: 7,6: 12,5 и 17,8 ц/га соответственно. Обработка посевов регулятором роста Экосил увеличивала урожайность зерна кукурузы на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ на 7,0 ц/га. В варианте $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + Кристалон была отмечена максимальная окупаемость 1 кг НРК кг зерна (15,2 кг).

4. Максимальная урожайность зерна кукурузы (101,9 и 103,8 ц/га) отмечена в вариантах с внесением 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Zn соответственно. В этих вариантах опыта была и максимальная масса 1000 семян кукурузы (279,5 и 290,0 г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкая, Н. М. Интенсификация возделывания кукурузы на зерно / Н. М. Вербицкая. – М., 1988. – 49 с.
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: Метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
3. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / Вильдфлуш, И. Р. [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.
4. Булдыкова, И. А. Потребление элементов питания растениями кукурузы при некорневой подкормке микроэлементами / И. А. Булдыкова // Науч. Обеспечение агропром. комплекса: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. / КубГАУ. – Краснодар, 2010. – С. 7–9.
5. Булдыкова, И. А. Роль микроэлементов в повышении урожайности и качества зерна кукурузы / И. А. Булдыкова // Энтузиасты аграр. науки. – Краснодар, 2010. – Вып. №12. – С. 84–86.
6. Булдыкова, И. А. Динамика содержания азота, фосфора и калия в растениях кукурузы при некорневой подкормке микроудобрениями микроэлементов в повышении урожайности и качества зерна кукурузы / И. А. Булдыкова // Энтузиасты аграр. науки. – Краснодар, 2011. – Вып. № 13. – С. 163–166.
7. Мальцева, В. Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / В. Ф. Мальцева, М. К. Каюмова // М.: Ро-синфмагротех. – 2002. – Ч. II – С. 527–549.
8. Дроздова, В. В. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / В. В. Дроздова // Энтузиасты аграрной науки. Вып.14. – Краснодар: КубГАУ, 2012. С. 93–99.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОТЕИНА И МАСЛА В ЗЕРНЕ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ

О. В. ШОВКОВА

*Аграрно-экономический колледж Полтавской государственной аграрной академии,
г. Полтава, Украина, 36003, e-mail: shovkovaoksana@gmail.com*

(Поступила в редакцию 27.02.2020)

В статье представлены результаты исследований, полученные на Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н.И. Вавилова Института свиноводства и АПВ в течении 2013–2015 гг. по изучению влияния сроков посева, обработки семян и внекорневой подкормки многокомпонентными хелатными микроудобрениями на формирования показателей качества зерна сои (содержание протеина и масла) в условиях Левобережной Лесостепи Украины.

Установлено, что использование микроудобрений Рексолина для обработки семян, Рексолина и Браситрела для листовой подкормки в период роста и развития при взвешенном подходе к выбору сроков посева оказывает положительное влияние на формирование площади листовой поверхности и работу симбиотического аппарата растений сои, что в конечном итоге способствует улучшению качества полученной продукции: повышается содержание протеина и масла.

При выращивании сои наиболее эффективным является сочетание предпосевной обработки семян Рексолином и внекорневой подкормки Браситрелом в период вегетации. Проведение этих мероприятий позволяет получить семена сои с содержанием протеина 38,47–39,20 % и масла – 21,00–21,90 %. Стоит отметить об обратной зависимости между накоплением протеина и масла. С оттягиванием сроков посева количество протеина увеличивалось, а накопление масла, наоборот, уменьшалось. Максимальное содержание протеина в среднем по опыту отмечено за третьего срока сева (температура 14 °C на глубине 0–10 см) – 38,31 %, масла – при первом сроке сева (температура 10 °C на глубине 0–10 см) 21,07 %.

Ключевые слова: *соя, срок посева, Рексолин, Браситрел, содержание протеина, содержание масла.*

The article presents results of research at the Poltava State Agricultural Experimental Station named after N. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production in 2013–2015 into the influence of sowing terms, seed treatment and foliar dressing with multicomponent chelated micronutrient fertilizers on the formation of soybean grain quality indicators (protein and oil content) in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

It has been established that the use of Rexolin micronutrient fertilizers for seed treatment, Rexolin and Brasitrel microfertilizers for foliar dressing during the growth and development period with a balanced approach to the choice of sowing dates has a positive effect on the formation of leaf surface area and the functioning of symbiotic apparatus of soybean plants, which ultimately helps to improve the quality of obtained products: protein and oil content increases.

When growing soybeans, the most effective combination is that of presowing seed treatment with Rexolin and foliar top dressing with Brasitrel during the growing season. Carrying out these measures allows you to get soybean seeds with a protein content of 38.47–39.20 % and oil content of 21.00–21.90 %. It is worth noting the inverse relationship between the accumulation of protein and oil. With a delay in the sowing time, the amount of protein increased, and the accumulation of oil, on the contrary, decreased. The maximum protein content on average in the experiment was observed in the third sowing period (temperature 14 °C at a depth of 0–10 cm) and amounted to 38.31 %, oil – in the first sowing period (temperature 10 °C at a depth of 0–10 cm) and amounted to 21.07 %.

Key words: *soybean, sowing date, Rexolin, Brasitrel, protein content, oil content.*

Введение

Постоянный рост населения нашей планеты требует интенсификации производства высокоэнергетических продуктов питания. Существенное значение в решении этой проблемы занимает соя – важнейшая зернобобовая культура мирового земледелия [5].

Ее феномен заключается в уникальности химического состава, в редкой комбинации в семенах важнейших органических соединений – белка и жира, и других питательных веществ. В зерне сои содержится около 40 % белка, до 26 % жира, значительное количество углеводов, сахаров, пектиновых и минеральных веществ, ряд витаминов [1, 7].

Соевый белок хорошо сбалансирован по аминокислотному составу, поскольку содержит все незаменимые аминокислоты в оптимальном количестве и соотношении. Он богат особенно дефицитной аминокислотой лизином, а также треонином, лейцином и фенилаланином, содержание которых в 1,5 раза выше стандарта ФАО [1, 4]. Он легко усваивается, по биологической ценности приравнивается к белкам животного происхождения и наиболее соответствует потребностям организма [8, 11]. По данным ФАО ООН белок сои принято за стандарт растительных белков во всем мире [1].

Соевое масло имеет высокую биологическую ценность, хорошие вкусовые качества и легкую усвояемость, без холестерина. Благодаря высоким пищевым свойствам это масло является основным среди пищевых жиров. Его ценность обусловлена высоким содержанием (95 %) глицеридов, высокоэнергетических жирных кислот, из них 75 % – ненасыщенные (линолевая, линоленовая, олеиновая) и

15 % – насыщенные (пальмитиновая, стеариновая) и такие жизненно необходимые компоненты, как лецитин и природный витамин Е [11]. По питательности и переваримости организмом соевое масло приближается к подсолнечному и почти не уступает коровьему сливочному маслу [1]. По объемам производства и использования оно занимает первое место в мире, значительно опережая другие источники пищевого масла [1, 9].

Наряду с увеличением площадей посева и производства сои, как источника продовольственных ресурсов, важное значение приобретает научное обоснование и разработка технологических приемов выращивания данной культуры в конкретных почвенно-климатических условиях, которые направлены на повышение качества зерна [6].

Для получения высокого урожая семян сои значительную роль играет взвешенный подход к выбору оптимального срока посева. От этого зависит дружелюбность и своевременность появления всходов, их жизнеспособность, темпы роста и развития растений, формирования генеративных органов, устойчивость посева до повреждений вредителями, болезнями, а также урожайность и качество семян сои. Синтез белковых соединений как форм запасных питательных веществ является сложным процессом ряда последовательных преобразований глюкозы как продукта фотосинтеза в сложные белковые соединения [2, 10]. Это требует улучшения условий питания растений сои в течение вегетации путем применения микроудобрений.

Целью данной работы было изучение влияния сроков сева, предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок многокомпонентными хелатными микроудобрениями на содержание протеина и масла в семенах сои.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и АПВ.

Почвенный покров опытного участка – чернозем типичный среднегумусный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в слое 0–20 см 4,70–4,85 %, гидролизуемого азота – 10,4–11,8 мг/100 г почвы (по Корнфильду), подвижного фосфора – 9,0–12,0 мг/100 г почвы (по Чирикову), обменного калия – 12,0–16,0 мг/100 г почвы (по Масловой). Реакция почвенного раствора слабокислая (рН солевой вытяжки 6,0–6,4). Гидротермические условия вегетационного периода сои в годы проведения опыта были неоднородными, что позволяло всесторонне изучить и оценить агротехнические приемы, которые исследовались.

Схема опыта предусматривала изучения действия и взаимодействия троих факторов: А – сроки посева (при температуре почвы 10 °С на глубине 0–10 см; при температуре 12 °С на глубине 0–10 см; при температуре 14 °С на глубине 0–10 см); В – предпосевная обработка семян микроудобрением (без обработки; обработка Рексолином); С – внекорневые подкормки микроудобрениями (без подкормки; подкормка Рексолином; подкормка Браситрелом). Опыт был заложен в четырехкратной повторности в соответствии с методикой и техникой проведения полевых исследований Б. А. Доспехова [3]. Посевная площадь делянки составляла 27 м², учетная – 18 м². Технология выращивания сои – общепринятая для зоны Лесостепи Украины, за исключением изучаемых факторов. Сеяли сою, руководствуясь температурными показателями почвы, согласно схеме опыта, семенами сорта Терек. Перед посевом семена обрабатывали микроудобрением Рексолин (150 г/т семян). В период вегетации проводили внекорневые подкормки многокомпонентными микроудобрениями на хелатной основе Рексолин в норме 500 г/га и Браситрел с расходом препарата 3 л/га.

Определение показателей качества урожая проводили в лаборатории агрохимических анализов Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова. Содержание протеина в семенах сои определяли методом Кьельдаля, содержание масла – методом обезжиренного остатка с помощью аппарата Сокслета.

В наших исследованиях установлено, что количество протеина менялась как по годам, так и по факторам, которые изучались. В течение трех лет максимальное содержание протеина отмечено в семенах сои 2015 года урожая, оно колебалось от 36,60 до 41,30 % в зависимости от вариантов опыта (табл. 1). По погодным условиям 2013 г. количество протеина варьировало соответственно от 34,90 до 39,28 %. Меньше всего протеина в семенах сои зафиксировано в 2014 г. – в пределах 32,53–37,01 % в зависимости от исследуемых факторов. Наибольшая сумма активных температур и наименьшее количество осадков за вегетационный период в 2015 г. создали благоприятные условия не только для формирования высокой урожайности семян сои, но и для накопления максимального содержания протеина.

Сроки посева культуры сои имеют существенное влияние на биохимический состав семян сои. Посев при температуре 10 °С на глубине 0–10 см способствовал образованию в среднем 37,04 % протеина независимо от вариантов опыта, посев при температуре 12° С на глубине 0–10 см – 37,98 %, посев при температуре 14 °С на глубине 0–10 см – 38,31 %. Со смещением сроков сева от ранних до поздних наблюдается тенденция увеличения количества протеина. Изучение изменений в химическом составе семян сои в зависимости от его подготовки показало, что на вариантах без обработки семян содержание протеина в среднем составляло 37,60 %. Предпосевная обработка семян сои Рексолином способствует повышению данного показателя до уровня 37,96 %.

Таблица 1. Содержание протеина в зерне сои в зависимости от сроков посева и использования микроудобрений, %

Срок посева (а)	Обработка семян (в)	Внекорневая подкормка (с)	Года			Среднее	Среднее по фактору		
			2013	2014	2015		А	В	С
I срок	Без обработки	Без подкормки	34,90	32,53	36,60	34,68	37,04	37,60	36,12
		Рексолин	37,71	35,61	39,80	37,71			38,40
		Браситрел	38,09	35,99	40,28	38,12			38,80
	Рексолин	Без подкормки	35,51	32,98	37,40	35,30		37,96	
		Рексолин	38,11	35,86	40,00	37,99			
		Браситрел	38,57	36,31	40,53	38,47			
II срок	Без обработки	Без подкормки	36,19	34,18	37,87	36,08	37,98		
		Рексолин	38,57	36,32	40,47	38,45			
		Браситрел	38,93	36,61	40,89	38,81			
	Рексолин	Без подкормки	36,79	34,73	38,62	36,71			
		Рексолин	38,75	36,47	40,69	38,64			
		Браситрел	39,30	36,98	41,27	39,18			
III срок	Без обработки	Без подкормки	36,77	34,79	38,59	36,72	38,31		
		Рексолин	38,80	36,58	40,82	38,73			
		Браситрел	39,13	36,86	41,20	39,06			
	Рексолин	Без подкормки	37,32	35,22	39,22	37,25			
		Рексолин	39,01	36,72	40,98	38,90			
		Браситрел	39,28	37,01	41,30	39,20			

Внекорневые подкормки микроудобрениями также влияют на накопление протеина в семенах сои независимо от сроков сева. На участках, где листовое опрыскивание не проводили, содержание протеина в среднем по вариантам опыта составило 36,12 %. Внекорневая обработка растений Рексолином обеспечила повышение количества протеина в 38,40 %. Применение Браситрела для листовой подкормки влияло на получение семян с содержанием протеина на уровне 38,81 %.

На основе анализа полученных трехлетних результатов установлено, что максимальное содержание протеина наблюдалось на вариантах комплексного сочетания предпосевной обработки семян Рексолином и внекорневой подкормки Браситрелом. Указанные меры способствовали образованию в семенах сои протеина при первом сроке сева на уровне 38,47 %, при втором – 39,18 %, при третьем – 39,20 %, что соответственно на 3,79; 4,50 и 4,52 % больше по сравнению с контрольным вариантом.

Учитывая, что соя является белково-масличной культурой, нашими исследованиями предусмотрено определение содержания масла в ее семенах. Анализ результатов опыта показал, что содержание масла в образцах семян колебалось в пределах 18,67–22,45 %. Это соответствует основным характеристикам сорта Терек, определенных учреждением-оригинатором (табл. 2).

Таблица 2. Содержание масла в семенах сои зависимо от сроков сева и использования микроудобрений, %

Срок посева (а)	Обработка семян (в)	Внекорневая подкормка (с)	Года			Среднее	Среднее по фактору		
			2013	2014	2015		А	В	С
I срок	Без обработки	Без подкормки	20,03	20,14	19,21	19,79	21,07	20,48	19,71
		Рексолин	21,54	21,75	20,65	21,31			21,09
		Браситрел	21,70	21,93	20,78	21,47			21,24
	Рексолин	Без подкормки	20,48	20,64	19,64	20,25		20,88	
		Рексолин	21,93	22,20	21,00	21,71			
		Браситрел	22,16	22,45	21,10	21,90			
II срок	Без обработки	Без подкормки	19,71	19,79	18,97	19,49	20,66		
		Рексолин	21,10	21,27	20,27	20,88			
		Браситрел	21,24	21,42	20,38	21,01			
	Рексолин	Без подкормки	20,11	20,23	19,35	19,90			
		Рексолин	21,48	21,67	20,61	21,25			
		Браситрел	21,63	21,86	20,73	21,41			
III срок	Без обработки	Без подкормки	19,47	19,51	18,67	19,22	20,30		
		Рексолин	20,77	20,87	19,94	20,53			
		Браситрел	20,86	20,99	20,01	20,62			
	Рексолин	Без подкормки	19,83	19,92	19,00	19,58			
		Рексолин	21,12	21,26	20,25	20,88			
		Браситрел	21,25	21,41	20,35	21,00			

Между накоплением протеина и масла в зерне сои существует обратная зависимость. Наибольшее содержание масла 19,51–22,45 % в зависимости от вариантов опыта отмечено в 2014 г., который отмечался жарким вегетационным периодом с достаточным количеством осадков. Погодные условия 2013 г. способствовали накоплению масла в пределах 19,47–22,16 %. Наименьшее количество масла наблюдалась в семенах 2015 года урожая – 18,67–21,10 %.

Анализ полученных результатов исследований показал, что с оттягиванием сроков сева содержание протеина увеличивалось, а накопление масла, наоборот, уменьшалось. Растения первого срока сева в среднем за опытом формировали семена с содержанием масла 21,07 %, растения второго срока – 20,66 %, третьего срока – 20,30 %.

На вариантах без обработки семян было получено в среднем 20,48 % масла. Проведение предпосевной обработки семян обеспечило незначительное повышение масличности до уровня 20,88 %.

Выращивание сои с внекорневой подкормкой вегетирующих растений Рексолином способствовало формированию урожая данной культуры с содержанием масла в среднем за опыт в пределах 21,09 %. Листовое опрыскивание исследуемых растений Браситрелом обеспечило повышение этого показателя до 21,24 %. На участках, где не проводили внекорневую обработку сои, количество масла уменьшалось и составляло 19,71 %.

Заключение

1. Накопление белка в семенах сои зависит от погодных условий. Высокое содержание протеина зафиксировано в 2015 при высокой температуре воздуха и достаточном увлажнении в течение вегетационного периода. По срокам посева максимальное количество протеина получено в семенах, собранного из участков третьего срока (температура 14 °С на глубине 0–10 см). Проведение внекорневой подкормки микроудобрениями Рексолин и Браситрел положительно влияло на накопление протеина на уровне 38,40–38,80 %.

2. Исследованиями подтверждена обратная взаимозависимость между качественными показателями: с увеличением содержания протеина уменьшается содержание масла и наоборот. Максимальное накопление масла 19,51–22,45 % наблюдалось в условиях достаточного увлажнения 2014 г. При первом сроке посева (температура 10 °С на глубине 0–10 см) отмечено наибольшее содержание масла 21,07 %. С оттягиванием срока сева показатель масличности снижался. Применение микроудобрений для листового опрыскивания способствовало увеличению количества масла в семенах сои с 19,71 до 21,24 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабич, А. О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої в світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – К.: Аграрна наука, 2011. – 574 с.
2. Глупак, З. І. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби та глибини загорання насіння в умовах північно-східного Лісостепу України / З. І. Глупак // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія». – 2011. – Вип. 4. – С. 126–132.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
4. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія / А. В. Черенков [та ін.]. – Дніпропетровськ: Акцент, 2014. – 109 с.
5. Кушнір, М. В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на урожайність та якість насіння сучасних сортів сої / М. В. Кушнір // Селекція і насінництво. – 2014. – Вип. 106. – С. 134–140.
6. Осипчук, А. М. Особливості формування урожаю сої / А. М. Осипчук, О. С. Осипчук // Агробіологія: Збірник наукових праць / Білоцерк. нац. аграр. ун-т. – Біла Церква, 2011. – Вип. 6 (86). – С. 45–48.
7. Павленко, Г. В. Вплив елементів технології вирощування на якість насіння сої в Правобережному Лісостепу / Г. В. Павленко // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2015. – Вип. 1. – С. 72–79.
8. Позняк, В. Особливий біб: [Соя] / В. Позняк // Агробізнес Сьогодні. – 2011. – Лютий, № 4. – С. 22–23.
9. Сингх, Г. Соя: биология. Производство, использование (ред) / Г. Сингх. – К: Зерно. – 2014. – 656 с.
10. Сільськогосподарська мікробіологія на допомогу аграрному виробництву: зб. наук. розробок / В. П. Патица, Г. М. Панченко, М. М. Зарицький. – Чернівці, 2001. – 57 с.
11. Удосконалена технологія вирощування сої / В. Дерев'янський // Спецвипуск ж. Пропозиція. Удосконалена технологія вирощування сої. – 2014. – С. 4–7.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ДИНАМИКУ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЕЁ НА ЗЕЛЁНУЮ МАССУ

С. С. МОСУР

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

(Поступила в редакцию 27.02.2020)

В статье приведены исследования по влиянию органических и минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на динамику роста кукурузы и площадь листовой поверхности при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный, Тип зерна промежуточный. Включённый в гос. реестр сортов Беларуси в 2012 году. Регистрационный номер 2009262. Область допуска Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг. Применялись и регуляторы роста растений – природные соединения и комбинированные препараты, позволяющие целенаправленно регулировать важнейшие процессы развития растений. Они способны изменять интенсивность и направленность ростовых процессов в растениях, повысить урожайность и улучшить качество продукции.

Также в опытах использовались комплексные удобрения – удобрения, в составе которых содержится не менее двух элементов питания. Включение в систему удобрения кукурузы комплексных удобрений для основного внесения, некорневых подкормок со сбалансированным содержанием макро- и микроэлементов позволило оптимизировать питание растений, повысить урожайность кукурузы.

Лист – это основной ассимилирующий орган растения, в котором образуются органические вещества, служащие структурным материалом для всего организма. Площадь листовой поверхности растения широко используется в ботанических, физиологических и агрономических исследованиях. Площадь отдельного листа и общая листовая поверхность растения – это одни из главных показателей, которые в дальнейшем послужат для определения фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза.

Линейный рост растений – важнейший показатель роста и развития, влияющий на формирование урожая и его качественных показателей.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, зелёная масса, удобрение, микроудобрение, окупаемость удобрений, регулятор роста.

The article presents studies on the influence of organic and mineral macro- and microcomplex fertilizers and a growth regulator on the dynamics of growth and leaf surface area of corn cultivated on sod-podzolic light loamy soil.

In the experiments, a Ladoga corn hybrid FAO 240 was used. Medium early, three-linear, intermediate type of grain. Included in the state register of varieties of Belarus in 2012. Registration number 2009262. Tolerance range – Brest, Vitebsk, Gomel, Grodno, Minsk, and Mogilev regions. Plant growth regulators were also used – natural compounds and combined preparations that allow purposefully regulating the most important processes of plant development. They are able to change the intensity and direction of growth processes in plants, increase productivity and improve product quality.

Also in the experiments we used complex fertilizers – fertilizers, which contain at least two nutrients. The inclusion of complex fertilizers for main application, foliar fertilizing with a balanced content of macro- and micronutrients in the corn fertilizer system made it possible to optimize plant nutrition and increase corn productivity.

Leaf is the main assimilating organ of the plant, in which organic substances are formed, which serve as structural material for the whole organism. The leaf surface area of the plant is widely used in botanical, physiological and agronomic studies. The area of a single leaf and the total leaf surface of a plant are some of the main indicators that will subsequently serve to determine the photosynthetic potential and the net productivity of photosynthesis.

Linear plant growth is the most important indicator of growth and development, affecting the formation of crop and its quality indicators.

Key words: corn, productivity, green mass, fertilizer, microfertilizer, payback of fertilizers, growth regulator.

Введение

Кукуруза (*Zea mays* L.) – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Она уникальна высокой потенциальной урожайностью и универсальностью использования. Возделывание кукурузы, как в нашей стране, так и в мировом земледелии, в последние годы стало важнейшей задачей сельского хозяйства ([1, с. 49], [2, с. 72]).

В современном мире производство растениеводческой продукции не представляется возможным без использования минеральных удобрений, а также стимуляторов роста [3, с. 24–28].

Кукуруза хорошо отзывается на удобрения, а для формирования высокого урожая, необходима достаточная обеспеченность элементами питания ([4, с. 24–25] [5, с. 116]).

Цель исследований – изучить влияние органических, минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на динамику роста и продуктивность кукурузы при возделывании на зелёную массу на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2019 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка (2,56–3,47 мг/кг; 4,0–4,4 мг/кг), повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия (216,8–238,4 мг/кг), повышенное и высокое содержание подвижного калия (291,0–315,8 мг/кг) соответственно по методу Кирсанова.

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Тип зерна промежуточный. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Регистрационный номер 2009262. Vegetационный период, дней 106–109.

В опытах применялись удобрения: мочевина (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅, 9 % N); хлористый калий (60 % K₂O); навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %); Адоб-Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим-Zn(6-8% Zn, 9–11% N), МикроСтим-Cu(6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим-ZnB(4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л), Кристалон ((N – 18 %; P₂O₅ – 18,0 %; K₂O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO₃ – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %.); Экосил – 5 %-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот. Использовалось комплексное удобрение марки 15-12-19 с 0,2 % B и 0,1 % Zn для кукурузы в дозе эквивалентной варианту (N₉₀P₇₀K₁₂₀), разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Обработку растений кукурузы проводили регулятором роста Экосил(50 мл/га), микроудобрением Адоб Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим Zn(1,5 л/га)+ МикроСтим Cu (1 л/га), МикроСтим Zn,B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га) в фазу 6–8 листьев. Общая площадь делянки 25,2 м², учётная – 16,8 м². Повторность – четырёхкратная. Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля.

Для определения площади листьев применялся метод промеров. Из каждой пробы методом случайной выборки выбирают по 10 зеленых листьев, взвешивают их и определяют площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле:

$$S = D_{\text{ср}} \times Ш_{\text{ср}} \times 0,7 \times n,$$

где n – число измеренных листьев.

В фазе 3–4 листьев минимальная площадь листовой поверхности была у варианта без применения удобрений и в среднем составила 0,33 тыс. м²/га (табл. 1).

Таблица 1. Площадь листовой поверхности кукурузы при возделывании на зелёную массу в среднем за 2018–2019 гг.

Варианты		Площадь листовой поверхности, тыс м ² /га			
		Фаза 3–4 листа (среднее)	Фаза 6–8 листьев (среднее)	Вымётывание (среднее)	Молочно-восковая спелость (среднее)
1	Контроль	0,33	1,1	28,0	28,2
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	0,34	1,4	30,2	30,5
3	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	0,34	1,4	31,5	31,5
4	АФК с В и Zn(ЭКВ.В 3)	0,34	1,5	32,2	32,5
5	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	0,37	1,5	33,7	34,0
6	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	0,34	1,7	38,5	39,2
7	Фон + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	0,34	1,4	35,2	35,5
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	0,37	1,4	35,7	35,7
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + (75 г/га Cu)	0,34	1,4	37,2	39,2
10	Фон + Кристалон	0,34	1,6	39,5	42,5
11	Фон + Экосил	0,34	1,5	35,7	36,2
12	Фон + МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	0,34	1,4	35,7	37,2
13	Навоз + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	0,36	1,4	40,0	44,2
14	Навоз + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	0,36	1,5	41,4	46,2
НСР ₀₅		0,01	0,2	1,9	3,2

Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ увеличивало площадь листовой поверхности по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 6–8 листьев на 0,35, в фазе вымётывания – 2,25 тыс м²/га. Минеральные удобрения в дозе N₉₀P₇₀K₁₂₀ способствовали возрастанию площади листовой поверхности по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 6–8 листьев на на 0,3 тыс м²/га, в фазе вымётывания – на 3,5 и в фазе молочно-восковой спелости – на 3,25 тыс м²/га.

Вариант с применением комплексного АФК удобрения в дозе эквивалентной варианту с применением $N_{90}P_{70}K_{120}$ увеличивал площадь листовой поверхности по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 6–8 листьев – на 0,45 тыс $m^2/га$, в фазе вымётывания – на 4,25 и в фазе молочно-восковой спелости – на 4,25 тыс $m^2/га$.

В фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ площадь листовой поверхности возрастала по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 3–4 листьев на 0,04 тыс $m^2/га$, в фазе 6–8 листьев – на 0,4 тыс $m^2/га$, в фазе вымётывания – на 5,75 и в фазе молочно-восковой спелости – на 5,75 тыс $m^2/га$.

Применение микроудобрения МикроСтим Zn в сочетании с минеральными удобрениями в дозе $N_{120}P_{80}K_{130}$ способствовало увеличению площади листовой поверхности по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе вымётывания на 10,5 и в фазе молочно-восковой спелости – на 11 тыс $m^2/га$. Площадь листовой поверхности при некорневой подкормке МикроСтим Zn с $N_{120}P_{80}K_{130}$ по сравнению с фоновым вариантом возрастала в фазе вымётывания на 4,75 тыс $m^2/га$ и в фазе молочно-восковой спелости – на 5,25 тыс $m^2/га$.

Применение МикроСтим Zn на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивало площадь листовой поверхности по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе вымётывания на 7,25 и в фазе молочно-восковой спелости – на 7,25 тыс $m^2/га$.

Вариант с применением Адоб цинк на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивал площадь листовой поверхности в фазе вымётывания на 2,0 тыс $m^2/га$.

Применение МикроСтим Цинк, медь на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ повышало площадь листовой поверхности по сравнению с фоновым вариантом в фазе молочно-восковой спелости на 5,25 тыс $m^2/га$.

Площадь листовой поверхности в вариантах с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ была выше фонового варианта в фазе вымётывания на 5,75 и в фазе молочно-восковой спелости – на 8,5 тыс $m^2/га$.

Некорневая подкормка кукурузы регулятором роста Экосил на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ способствовало увеличению площади листовой поверхности в фазе вымётывания на 2,25 тыс $m^2/га$.

В варианте с применением МикроСтим Цинк, бор на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ площадь листовой поверхности по сравнению с фоновым вариантом ($N_{90+30}P_{70}K_{120}$) в фазе вымётывания возрастала в этом варианте на 2 тыс $m^2/га$ и в фазе молочно-восковой спелости – на 3,25 тыс $m^2/га$.

Применение 60 т/га навоза в сочетании с $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивало площадь листовой поверхности по сравнению с фоновым вариантом в фазе вымётывания на 6,25 тыс $m^2/га$ и в фазе молочно-восковой спелости – на 10,25 тыс $m^2/га$.

Применение 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим Цинк и $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивало площадь листовой поверхности по сравнению с фоновым вариантом в фазе вымётывания на 7,7 тыс $m^2/га$ и в фазе молочно-восковой спелости – на 12,25 тыс $m^2/га$. В этом варианте опыта была максимальная площадь листовой поверхности, что способствовало более интенсивной фотосинтетической деятельности посевов кукурузы и получению наибольшей урожайности зелёной массы. В фазе 3–4 листьев разница между всеми вариантами по высоте растений была практически незначительной. В контрольном варианте без применения удобрений растения имели высоту 13,5 см. Максимального линейного роста достигли растения в вариантах с применением навоза, что значительно отличается от фонового варианта ($N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$) и варианта без применения удобрений (табл. 2).

В фазе 6–8 листьев разница между вариантами стала более значительной. Минимальный линейный рост был в варианте без применения удобрений. Высота растений в этом варианте составила 22,5 см. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ увеличивали высоту растений в фазе 6–8 листьев на 5 см, в фазе вымётывания – на 15,5 см. Увеличение дозы минеральных удобрений до $N_{90}P_{70}K_{120}$ способствовало увеличению высоты растений в фазе 3–4 листьев на 2,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 5,5 см, в фазе вымётывания – на 17 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 8 см по сравнению с вариантом без применения удобрений. Внесение комплексного АФК удобрения с бором и цинком увеличивало высоту растений по сравнению с вариантом без применения удобрений в фазе 3–4 листьев на 2,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 8 см, в фазе вымётывания – на 22 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 16 см.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ увеличивало высоту растений в фазе 3–4 листьев на 3,5 см, в фазе 6–8 листьев – на 7 см, в фазе вымётывания – на 23,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 24 см по сравнению с вариантом без применения удобрений.

Применение МикроСтим Цинк на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ способствовало увеличению высоты растений в фазе вымётывания на 6,5 см по сравнению с фоновым вариантом.

Таблица 2. Влияние навоза макро-, микроудобрений и регулятора роста на динамику роста растений кукурузы в среднем за 2018 и 2019 г.

Варианты		Линейный рост, см			
		Фаза 3–4 листа (среднее)	Фаза 6–8 листьев (среднее)	Вымётывание (среднее)	Молочно-восковая спелость (среднее)
1	Контроль	13,5	22,5	167,0	230,5
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	15,0	27,5	198,0	243,0
3	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	16,0	27,0	202,5	248,5
4	АФК с В и Zn(ЭКВ.В 3)	16,0	30,5	204,5	256,5
5	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	17,0	29,5	211,0	264,5
6	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	17,5	34,5	219,0	272,0
7	Фон +МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	16,5	30,0	217,5	269,0
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	16,0	33,5	224,5	276,5
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + (75 г/га Cu)	16,0	31,0	217,0	270,0
10	Фон + Кристалон	16,5	31,0	226,0	281,0
11	Фон+Экосил	16,0	34,0	237,0	296,5
12	Фон + МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	16,0	31,5	220,5	271,0
13	Навоз+ N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	18,0	33,5	244,5	295,0
14	Навоз + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	18,0	33,5	250,5	300,5
НСР ₀₅		1,8	1,3	5,5	4,9

Некорневая подкормка АДОБ Цинк на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ увеличивала высоту растений в фазе вымётывания на 13,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 12 см.

Применение МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + 75 г/га Cu) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повышало высоту растений по сравнению с фоном в фазе 6–8 листьев на 2 см, в фазе вымётывания – на 6 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 5,5 см.

Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повышала высоту растений в фазе вымётывания на 16 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 16,5 см.

Обработка посевов регулятором роста Экосил увеличивала высоту растений на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в фазе вымётывания на 27,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 32 см.

Некорневая подкормка МикроСтим Цинк, бор (1,65 л/га Zn) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в фазе вымётывания повышала высоту растений на 9,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 6,5 см. Применение навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ увеличивало высоту растений на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в фазе 6–8 листьев на 4 см, в фазе вымётывания – на 33,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 30,5 см.

Внесение навоза в сочетании с МикроСтим Цинк (75 г/га Zn) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повышало высоту растений в фазе 6-8 листьев на 4 см, в фазе вымётывания – на 39,5 см и в фазе молочно-восковой спелости – на 36 см. В этом варианте была максимальная высота растений кукурузы 280 см в 2018 году и 300 см в 2019 году, а также в среднем за 2 года (290 см), что, по-видимому, обеспечивало большее накопление биомассы и получение более высокой урожайности зерна в опыте.

Применение N₆₀P₆₀K₉₀ повышало урожайность зелёной массы на 61 ц/га, а N₉₀P₇₀K₁₂₀ – на 95 ц/га. Некорневая подкормка МикроСтим Цинк на фоне N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ увеличивала урожайность зелёной массы на 63 ц/га. Наибольшая урожайность зелёной массы кукурузы отмечена при сочетании навоза и минеральных удобрений. При внесении 60 т/га навоза в сочетании с N₉₀₊₃₀/P₇₀/K₁₂₀ получена в среднем за 2 года урожайность зелёной массы 691,0 ц/га. Максимальная урожайность зелёной массы кукурузы 746,0 ц/га достигалась при внесении 60 т/га + N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ + МикроСтим Цинк (табл. 3).

Таблица 3. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Урожайность, ц/га		Среднее	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зел массы
	2018	2019				
1	Контроль	260	365	313	–	–
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	314	432	373	60	–
3	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	357	459	408	95	–
4	АФК с В и Zn(ЭКВ.В 3)	384	491	438	125	–
5	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	410	511	461	148	–
6	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	530	729	630	317	169
7	Фон +МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	480	564	522	209	61
8	Фон + АДОБ цинк (75 г/га Zn)	488	594	541	228	80
9	Фон + МикроСтим Цинк, Медь (75 г/га Zn + (75 г/га Cu)	505	678	592	279	131
10	Фон + Кристалон	518	729	624	311	163
11	Фон+Экосил	458	538	498	185	37
12	Фон+ МикроСтим Цинк, Бор (1,65 л/га Zn)	495	656	576	263	115
13	Навоз+ N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	626	756	691	378	230
14	Навоз + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + МикроСтим Цинк (75 г/га Zn)	696	796	746	433	285
НСР ₀₅		24,0	27,5	18,3	–	–

Применение $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{70}K_{120}$ повышало урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с неудобренным контролем в среднем за 2 года на 60 и 95 ц/га при окупаемости 1 кг NPK кг зеленой массы 29 и 34 кг.

Новое специализированное комплексное удобрение для кукурузы АФК с 0,1 % цинком и 0,2 % бором по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{70}K_{120}$) мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия увеличивало урожайность зеленой массы кукурузы на 30 ц/га.

Некорневые подкормки на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ Адоб Цинк(Польша), МикроСтим Цинк, МикроСтим Цинк, Медь и МикроСтим Бор, Цинк (Беларусь) повышали урожайность зеленой массы кукурузы на 80, 61, 131 и 115 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 1 кг зеленой массы 69, 63, 85 и 80 кг соответственно.

Подкормка комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды) на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ увеличивала урожайность зеленой массы на 163 ц/га при высокой окупаемости 1 кг NPK кг зеленой массы кукурузы (95 кг). Более высокая урожайность зеленой массы кукурузы при минеральной системе удобрений была в вариантах с применением МикроСтим Цинк на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и $N_{120+30}P_{80}K_{130}$, которая составила 624 и 640 ц/га. Обработка посевов кукурузы регулятором роста Экосил на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ повышала урожайность зеленой массы на 37 ц/га. Сочетание навоза и минеральных удобрений обеспечивало самую высокую урожайность зеленой массы. При внесении 60 т навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Цинк урожайность зеленой массы составила 691 и 746 ц/га.

Заключение

Применение навоза 60 т/га + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ и 60 т/га навоза + $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + МикроСтим Цинк способствовало получению более высокой площади листовой поверхности (46,2 тыс. м²/га), интенсифицировало динамику роста и получение максимальной урожайности зелёной массы (691 и 746 ц/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкая, Н. М. Интенсификация возделывания кукурузы на зерно / Н. М. Вербицкая. – М., 1988. – 49 с
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
3. Прохорова, Л. Н. Отзывчивость гибридов кукурузы на применение регуляторов роста и развития растений / Л. Н. Прохорова, А. И. Волков, Н. А. Кирилов // Вестник Ульяновской Государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №2 (30). – С. 24–28.
4. Храмцев, И. Ф. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири / И. Ф. Храмцев, Н. А. Пунда // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №3. – С. 24–25.
5. Кивер, В. Ф. Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях / В. Ф. Кивер // Киев: Урожай. – 1988. — 119с.: ил.; 20 см. — Библиогр.: с. 116.

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ДИНАМИКУ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, А. А. КУЛЕШОВА

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

(Поступила в редакцию 03.03.2020)

Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста положительно влияет на динамику роста яровой пшеницы. Максимальный рост растений в разные фазы был в варианте, где применяли Кристалон на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, АФК с Cu, Mn + N_{30} а также при некорневой подкормке МикроСтим-Медь Л, Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$. В фазе выхода в трубку и фазе колошения самые высокие растения были в вариантах, где вносили Кристалон на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (70,4 см, 70,8 см, 71,1 см; 82,1 см, 82 см, 82,2 см). В фазе молочно-восковой спелости максимальный рост наблюдался в вариантах, где применялись АФК с Cu, Mn + N_{30} (111,8 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (111,4 см, 112,5 см). Наибольшая биомасса растений отмечена в вариантах с МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (фаза выхода в трубку – 488,1 и 489,9 г/100 растений; фаза колошения – 662,9 и 669,2 г/100 растений; фаза молочно-восковой спелости – 1504,5 и 1514,8 г/100 растений). При использовании разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn урожайность зерна пшеницы увеличилась на 8,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 9,3. В среднем за 2 года наиболее эффективным было применение МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс, которые повышали урожайность на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ с 50,6 ц/га до 65,9 и 66,0 ц/га соответственно.

Ключевые слова: *макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, динамика роста, продуктивность, яровая пшеница.*

The use of macro-, micronutrient fertilizers and growth regulators positively affects the growth dynamics of spring wheat. The maximum growth of plants in different phases was in the variant where Kristalon was used against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, NPK with Cu, Mn + N_{30} and also with foliar feeding with MicroStim-Copper L, Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$. In the phase of stem elongation and the earing phase, the tallest plants were in the variants where Kristalon was applied against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (70.4 cm, 70.8 cm, 71.1 cm; 82.1 cm, 82 cm, 82.2 cm). In the phase of milk-wax ripeness, the maximum growth was observed in the variants where NPK with Cu, Mn + N_{30} (111.8 cm), MicroStim-Copper L and Nutrivant plus were used against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (111.4 cm, 112.5 cm). The highest plant biomass was observed in variants with MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (the phase of stem elongation – 488.1 and 489.9 g / 100 plants; the earing phase – 662.9 and 669.2 g / 100 plants; the phase of milk-wax ripeness – 1504.5 and 1514.8 g / 100 plants). When using the complex fertilizer NPK of brand 16-12-20 with 0.20 % Cu and 0.10 Mn developed by RUE “Institute of Soil Science and Agrochemistry” of the National Academy of Sciences of Belarus, wheat grain yield increased by 0.82 t / ha compared to the version where in an equivalent dose ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) they applied carbamide, ammoniated superphosphate and potassium chloride. Here, the payback of 1 kg of NPK was 9.3. On average, over 2 years, the most effective was the use of MicroStim-Copper L and Nutrivant plus, which increased the yield against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ from 5.06 t / ha to 6.59 and 6.60 t / ha, respectively.

Key words: *macro-fertilizers, micronutrient fertilizers, growth regulators, growth dynamics, productivity, spring wheat.*

Введение

Пшеница как продовольственная культура – один из источников энергии для человека и животных. Значение ее как мировой культуры будет неуклонно возрастать, поскольку она представляет собой питательную и экономически выгодную продовольственную культуру, которую можно выращивать в очень широких и разнообразных условиях [1]. Яровая пшеница обладает большими потенциальными возможностями при совершенствовании технологии ее возделывания, включая систему удобрения. Большая роль в получении высоких урожаев яровой пшеницы в условиях Беларуси принадлежит макроудобрениям (азотным, фосфорным, калийным) и микроэлементам, вносимым в виде некорневой подкормки (Cu, Mn и др.) [2].

Микроэлементы играют многогранную роль в жизнедеятельности растений: участвуют в различных биохимических и физиологических процессах, активируют деятельность ферментов, витаминов, гормонов [7].

При возделывании яровой пшеницы актуальное значение приобретает использование регуляторов роста. Применение регуляторов роста дает возможность направленно регулировать важнейшие процессы в растительном организме, полнее реализовать потенциальные возможности сорта, заложенные

в геноме природой и селекцией. Особое внимание в последнее время уделяется изучению и применению новых комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста.

Применение новых форм комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, применение микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста позволит оптимизировать питание растений и разработать высокоэффективную систему удобрения для яровой пшеницы, обеспечивающую высокую, устойчивую продуктивность, уменьшить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая.

Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Потребность в микроудобрениях также возрастает в связи с расширением применения высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Дефицит микроэлементов в почве может служить барьером в эффективном применении макроудобрений. Объясняется это тем, что недостаток микроэлементов приводит к нарушению важнейших биохимических процессов в организме растений [8].

В решение теоретических и практических вопросов, связанных с питанием растений микроэлементами, большой вклад внесли Я. В. Пейве, М. В. Каталымов, П. А. Власюк, О. К. Кедров-Зихман, М. Я. Школьник, Г. П. Дубиковский и другие ученые. Многие исследователи обращают внимание на важные для земледелия свойства микроэлементов: образовывать комплексы с нуклеиновыми кислотами, оказывать воздействие на физиологические функции рибосом, влиять на проницаемость клеточных мембран и регулировать поступление минеральных веществ в растения. Они усиливают положительное действие азотных, фосфорных и калийных удобрений, улучшают качество продукции, повышают устойчивость к болезням и факторам внешней среды [3].

Согласно исследованиям, проведенным А. С. Мастеровым, 2003–2004 гг. на яровой пшенице сорта Ростань, применение микроудобрений обеспечивало значительную прибавку урожайности, а также повышалось содержание сырого белка и сырой клейковины [4].

В данных исследованиях впервые на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси были проведены опыты по изучению эффективности комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на яровой пшенице.

Основная часть

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» со среднеспелым сортом яровой пшеницы Бомбона на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная [6].

Пахотный горизонт характеризовался средним содержанием гумуса (1,5–1,6 %) и общего азота (0,1–0,13 %), слабокислой и нейтральной реакцией почвенной среды (рН_{KCl} 5,84–6,08), повышенным и высоким содержанием почвенного фосфора (208–256 мг/кг), средней и повышенной обеспеченностью подвижным калием (174–284 мг/кг), низким и средним содержанием подвижной меди (1,46–1,76 мг/кг), низким и средним содержанием подвижного цинка (2,75–3,26 мг/кг).

Предшественники в 2018 году – горох, в 2019 году – подсолнечник. Сеяли пшеницу сеялкой RAU Airsem в 2018 году 3 мая, в 2019 году – 19 апреля. Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Агротехника возделывания общепринятая для Беларуси [5].

В исследованиях применяли карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P₂O₅ – 30 %), хлористый калий (K₂O – 60 %). комплексное, разработанное РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», удобрение АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn для основного внесения.

Обработку растений яровой пшеницы проводили: израильским удобрением для некорневых подкормок Нутривант плюс (N – 6 %, P₂O₅ – 23%, K₂O – 35 %, MgO – 1 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Mn – 0,2 %, Zn – 0,2 %); удобрением, произведенным в Нидерландах, Кристалон особый (N – 18 %, P₂O₅ – 18 %, K₂O – 18 %, MgO – 3 %, S – 2 %) и коричневый (N – 3 %, P₂O₅ – 11 %, K₂O – 38 %, MgO – 4 %, S – 11%); польским микроудобрением Адоб Медь (Cu – 6,14 %, N – 2,6 %); польским комплексным удобрением Адоб Профит (N – 10 %, P₂O₅ – 40 %, K₂O – 8 %, MgO – 3 %, S – 2,3 %, B – 0,05 %, Mn – 0,1 %, Zn – 0,1 %, Cu – 0,1 %, Mo – 0,01 %, Fe – 0,05 %); белорусским микроудобрением с регулятором роста МикроСтим-Медь Л (N – 65г/л; Cu – 78 г/л; гуминовые вещества – 0,6–5,0 г/л); регулятором роста Экосил.

Новое комплексное удобрение АФК с Си и Мп вносили до посева в дозе, эквивалентной по НРК варианту 3. Выравнивание по Р и К с вариантом 3 проводили путем добавления небольшого количества аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Микроудобрение Адоб Медь и комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л применяли в фазе начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Комплексным удобрением Нутривант плюс проводили 2 обработки в дозе 2 кг/га в фазе кушения и фазе начала выхода в трубку. Удобрение Кристалон вносили в дозе 2 кг/га двукратно: особый – в фазе кушения, коричневый – в фазе начала выхода в трубку. Комплексное удобрение Адоб Профит также вносили дважды в фазе кушения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил проводили в дозе 75 мл/га в фазе начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными и микроудобрениями проводили согласно инструкции по применению и отраслевому регламенту [5]. Азотная подкормка пшеницы проводилась в фазе начала выхода в трубку и фазе флагового листа. Уборка и учет урожая проводилась селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» поделяночно. Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6]. В период проведения исследований изучалось влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на линейный рост растений и накопление сухого вещества. В фазу кушения рост растений яровой пшеницы значительно изменялся только по отношению к контрольному варианту (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на линейный рост растений яровой пшеницы сорта Бомбона

Вариант	Высота, см											
	Кушение			Выход в трубку			Колошение			Молочно-восковая спелость		
	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
Без удобрений(контроль)	26,8	27,6	27,2	48,7	52,0	50,4	66,7	75,2	71,0	98,3	92,0	95,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	30,6	40,9	35,8	56,7	65,1	60,9	71,2	81,2	76,2	104,5	106,7	105,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	30,7	41,9	36,3	57,6	66,8	62,2	73,8	82,8	78,3	106,2	109,0	107,6
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	31,5	42,1	36,8	59,7	73,0	66,3	74,0	82,9	78,4	107,9	110,8	109,3
Фон 1 +Микростим Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	31,0	43,2	37,1	64,1	73,8	68,9	75,6	84,0	79,8	108,8	110,6	109,7
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кушения и начала выхода в трубку	34,0	43,7	38,8	65,1	74,5	69,8	76,8	85,9	81,3	109,3	111,4	110,3
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кушения и коричневый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	34,4	43,3	38,8	66,1	74,7	70,4	77,6	86,7	82,1	109,5	109,8	109,7
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кушения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	34,5	43,6	39,0	64,0	74,6	69,3	75,9	85,4	80,6	109,1	109,7	109,4
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	30,5	39,8	35,1	63,8	72,8	68,3	75,4	84,4	79,9	108,7	110,8	109,7
АФК с Си,Мп + N ₃₀ (эквивалентный по НРК варианту 3)	31,6	40,7	36,1	63,1	75,6	69,4	75,3	84,7	80,0	111,9	111,6	111,8
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	36,2	40,6	38,4	64,5	74,8	69,6	75,9	84,7	80,3	110,0	110,8	110,4
Фон 2 + МикроСтим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	35,2	40,6	37,9	65,4	76,2	70,8	77,0	87,0	82,0	110,5	112,4	111,4
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кушения и начала выхода в трубку	36,4	40,9	38,6	65,7	76,6	71,1	77,2	87,2	82,2	112,2	112,7	112,5
НСР 05	1,9	1,3	1,1	1,1	0,9	0,7	1,7	1,7	1,2	1,5	1,8	1,2

В фазу выхода в трубку наблюдался значительный рост растений яровой пшеницы в вариантах с применением Кристалона на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ (70,4 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (70,8 и 71,1 см). В фазу колошения отмечена та же закономерность, что и в фазу выхода в трубку. Наибольшая высота растений была в вариантах с применением Кристалона на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ (82,1 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (82,0 и 82,2 см). В фазу молочно-восковой спелости высота растений колебалась от 95,2 до 112,5 см. Максимальный рост наблюдался при применении комплексного удобрения АФК с Cu, Mn + N_{30} , МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (111,8, 111,4 и 112,5 см). Комплексные, макро- и микроудобрения, а также регуляторы роста оказали влияние также на динамику накопления сухого вещества яровой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику накопления сухого вещества яровой пшеницы сорта Бомбона (масса 100 сухих растений)

Вариант	г/100 сухих растений											
	Кущение			Выход в трубку			Колошение			Молочно-восковая спелость		
	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
Без удобрений (контроль)	60,0	66,6	63,3	298,0	295,2	296,6	452,5	474,3	463,4	839,0	764,0	801,5
$N_{60}P_{60}K_{90}$	94,0	104,6	99,3	426,0	437,5	431,7	604,5	630,0	617,2	1349,5	1376,4	1363,0
$N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	98,5	108,7	103,6	430,0	440,6	435,3	614,5	648,6	631,6	1406,0	1382,9	1394,5
Фон 1 + Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	103,5	107,7	105,6	436,0	449,0	442,5	628,5	655,7	642,1	1426,0	1383,3	1404,7
Фон 1 + МикроСтим Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	98,5	102,8	100,7	441,5	444,9	443,2	624,5	643,3	633,9	1461,0	1365,0	1413,0
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	103,5	117,7	110,6	448,0	466,9	457,4	625,5	656,6	641,1	1473,0	1406,3	1439,7
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	107,5	115,0	111,3	461,0	466,7	463,8	633,0	652,8	642,9	1482,5	1388,2	1435,4
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	125,5	120,6	123,1	462,5	494,4	478,5	630,0	671,4	650,7	1472,0	1470,7	1471,3
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	95,0	102,6	98,8	447,5	446,8	447,2	628,0	663,4	645,7	1453,0	1449,8	1451,4
АФК с Cu, Mn + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 3)	103,0	110,6	106,8	467,5	469,8	468,6	638,5	664,6	651,5	1501,5	1391,1	1446,3
$N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30}$ в фазе начала выхода в трубку + N_{30} в фазе флагового листа – фон 2	129,5	120,5	125,0	470,5	501,5	486,0	643,0	681,0	662,0	1480,5	1453,4	1466,9
Фон 2 + МикроСтим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	132,5	121,3	126,9	472,0	504,3	488,1	648,0	677,8	662,9	1551,0	1458,7	1504,8
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	134,0	117,6	125,8	477,0	502,9	489,9	664,0	674,4	669,2	1569,5	1460,1	1514,8
НСР 05	4,1	7,1	4,0	6,6	14,8	7,6	9,4	16,6	9,3	17,3	19,0	13,0

В фазу кущения и выхода в трубку на яровой пшенице минимальное накопление сухого вещества было отмечено в варианте без применения минеральных удобрений. Наибольшая масса растений в эти фазы была отмечена в вариантах с применением $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$, а также при некорневой подкормке МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$. Наибольшая масса сухого вещества в фазу колошения была в варианте с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (662,9 и 669,2г). В фазу молочно-восковой спелости масса растений пшеницы колебалась от 801,5 до 1514,8 г. Максимальная масса сухого вещества была достигнута в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (1504,8 и 1514,8 г), что и предопределило максимальную урожайность зерна в этих вариантах опыта.

В среднем за 2018–2019 гг. урожайность яровой пшеницы сорта Бомбона в варианте с применением $N_{60}P_{60}K_{90}$ по отношению к контролю возросла на 9,6 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK кг зерна составила 4,5 (табл. 3).

Таблица 3. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона

Вариант		Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га			Окупаемость 1 кг NPK зерном, кг
		2018 г.	2019 г.	среднее	к контролю	к фону		
						1	2	
1	Без удобрений (контроль)	30,2	51,8	41,0	–	–	–	
2	$N_{60}P_{60}K_{90}$	38,2	62,9	50,6	9,6	–	4,5	
3	$N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	40,4	69,7	55,1	14,1	–	5,9	
4	Фон 1 + Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	43,9	75,1	59,5	18,5	4,4	7,7	
5	Фон 1 + МикроСтим Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	44,9	76,9	60,9	19,9	5,8	8,3	
6	Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	45,9	77,9	61,9	20,9	6,8	8,7	
7	Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	44,0	74,4	59,2	18,2	4,1	7,6	
8	Фон 1 + Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	43,9	77,3	60,6	19,6	5,5	8,1	
9	Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	43,9	74,0	59,0	18,0	3,9	7,5	
10	АФК с Cu, Mn + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 3)	46,0	80,7	63,3	22,3	–	9,3	
11	$N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30}$ в фазе начала выхода в трубку + N_{30} в фазе флагового листа – фон 2	42,7	74,6	58,6	17,6	–	5,7	
12	Фон 2 + МикроСтим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	48,9	82,9	65,9	24,9	–	7,3	
13	Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	48,8	83,2	66,0	25,0	–	7,4	
	НСР 05	1,6	1,8	1,2	–	–	–	

Применение азотной подкормки карбамидом N_{30} в сочетании с $N_{60}P_{60}K_{90}$ повышало урожайность зерна на 14,1 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений при окупаемости 1 кг NPK– 5,9 кг зерна соответственно. Некорневая подкормка пшеницы микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ в фазе начала выхода в трубку повышала урожайность зерна на 4,4 и 5,8 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,7 и 8,3 кг зерна. Применение микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений ($N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$) увеличивало урожайность зерна яровой пшеницы на 7,3 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 8,0 кг зерна.

Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон при двукратной обработке по сравнению с фоновым вариантом ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) увеличила урожайность зерна у пшеницы на 4,1 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,6 кг зерна соответственно.

Обработка посевов комплексным удобрением Нутривант плюс в фазе кущения на том же фоне дала прибавку урожайности зерна пшеницы сорта Бомбона 6,8 ц/га при окупаемости 8,7 ц/га соответ-

ственно. Обработка посевов комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений ($N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$) в фазе начала выхода в трубку увеличила урожайность пшеницы на 7,4 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 8,1 кг. Применение на посевах яровой пшеницы сорта Бомбона регулятора роста Экосил на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ увеличивало урожайность зерна на 3,9 ц/га, при этом окупаемость 1 кг NPK составила 7,5 кг соответственно.

При использовании разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn урожайность зерна пшеницы возросла на 8,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 9,3 кг. Максимальная урожайность зерна яровой пшеницы (65,9 и 66,0 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением МикроСтим-Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$. Максимальная окупаемость 1 кг NPK кг зерна отмечается у пшеницы в вариантах с использованием нового комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn и комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, которая составила 9,3 и 8,7 кг соответственно.

Заключение

1. Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста усиливало линейный рост растений и накопление сухого вещества. В фазе выхода в трубку и фазе колошения самые высокие растения были в вариантах, где вносили Кристалон на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (70,4 см, 70,8 см, 71,1 см; 82,1 см, 82 см, 82,2 см). В фазе молочно-восковой спелости максимальный рост наблюдался в вариантах, где применялись АФК с Cu, Mn + N_{30} (111,8 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (111,4 см, 112,5 см).

2. Наибольшая биомасса растений отмечена в вариантах с МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (фаза выхода в трубку – 488,1 и 489,9 г/100 растений; фаза колошения – 662,9 и 669,2 г/100 растений; фаза молочно-восковой спелости – 1504,5 и 1514,8 г/100 растений).

3. Некорневая подкормка яровой пшеницы среднеспелого сорта Бомбона удобрениями Адоб Медь, МикроСтим-Медь Л, Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ повышала урожайность зерна на 4,4; 5,8; 6,8; 4,1 и 5,5 ц/га. Применение на посевах пшеницы микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ увеличивало урожайность на 7,3 ц/га, а комплексным удобрением Нутривант плюс на 7,4 ц/га.

4. При использовании разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn урожайность зерна пшеницы возросла на 8,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$) применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 9,3.

5. Наиболее высокая урожайность зерна у пшеницы сорта Бомбона (65,9 и 66,0 ц/га) отмечена при некорневой подкормке удобрениями МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-ozimoy-i-yarovoy-pshenitsy-v-proizvodstve-produktov-pitaniya>. – Дата доступа: 02.02.2020.

2. Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XV международной научно-практической конференции, Ч.1. – Гродно, 18 мая 2012 года / – Гродно, 2012. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – 481 с.

3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. – Навука, 2011. – 293 с.

4. Мастеров, А. С. Применение регуляторов роста, микроудобрений и микробиологических препаратов на сельскохозяйственных культурах / А. С. Мастеров. – Горки: БГСХА, 2019. – 264 с.

5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / В. Г. Гусаков [и др.] – Минск: Бел. наука, 2005. – 460 с.

6. 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.

7. Анспок, П. И. Микроудобрения: справочник. – 2-е изд. перераб. и доп. / П. И. Анспок. – Л., 1990. – 272 с.

8. Федюшкин, Б. Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами: Технология и применение / Б. Ф. Федюшкин. – Ленинград, 1990. – 272 с.

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ДИНАМИКУ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

А. А. КУЛЕШОВА

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

(Поступила в редакцию 03.03.2020)

Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста положительно влияет на динамику роста яровой тритикале.

Максимальный рост растений в разные фазы был в варианте $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$, а также при некорневой подкормке МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$. В фазу выхода в трубку самые высокие растения наблюдались в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ – 72,5 и 73,0 см. В фазу колошения наибольшая высота растений тритикале наблюдалась в варианте с применением $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (102,4 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (102,7 и 103,2 см). В фазу молочно-восковой спелости максимальный рост наблюдался с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (120,1 и 121,1 см). Наибольшая биомасса сухого вещества в фазу выхода в трубку была отмечена в варианте с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (491,6 и 497,0 г). Максимальная масса растений в фазу колошения отмечена в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (677,9 и 683,4 г). Максимальная масса растений в фазу молочно-восковой спелости отмечена в вариантах с применением тех же удобрений (1095,5 и 1102,5 г). Применение комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Си и 0,10 Мп повысило урожайность зерна тритикале на 7,0 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$) применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 6,2. В среднем за 2 года наиболее эффективным было применение МикроСтим-Медь Л и Нутривант, которые повышали урожайность зерна с 39,7 ц/га до 48,9 и 49,4 ц/га соответственно.

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, динамика роста, продуктивность, яровая тритикале.

The use of macro-, micronutrient fertilizers and growth regulators positively affects the growth dynamics of spring triticale.

The maximum growth of plants in different phases was in the $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ variant, as well as during foliar feeding with MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$. In the phase of stem elongation, the tallest plants were observed in the variants using MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ – 72.5 and 73.0 cm. During the heading phase, the highest triticale plants height was observed in the variant using $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (102.4 cm), MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (102.7 and 103.2 cm). In the phase of milk-wax ripeness, the maximum growth was observed using MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (120.1 and 121.1 cm). The highest dry matter biomass in the stem elongation phase was noted in the variant using MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (491.6 and 497.0 g). The maximum weight of plants in the earing phase was noted in the variants using MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$ (677.9 and 683.4 g). The maximum weight of plants in the phase of milk-wax ripeness was noted in variants using the same fertilizers (1095.5 and 1102.5 g). The use of complex fertilizer NPK of brand 16-12-20 with 0.20 % Cu and 0.10 Mn increased the yield of triticale grain by 0.7 t / ha compared to the variant where in an equivalent dose ($N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$) they applied carbamide, ammonia-treated superphosphate and potassium chloride. At the same time, the payback of 1 kg of NPK was 6.2. On average, over 2 years, the most effective was the use of MicroStim-Copper L and Nutrivant, which increased grain yield from 3.97 t / ha to 4.89 and 4.94 t / ha, respectively.

Key words: macro-fertilizers, micronutrient fertilizers, growth regulators, growth dynamics, productivity, spring triticale.

Введение

Тритикале – новый ботанический род, полученный путем объединения хромосом двух разных ботанических родов: пшеницы и ржи. Привлекает к себе особое внимание в связи с тем, что отличается большим потенциалом урожайности, повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот (лизин, триптофан), более устойчива к неблагоприятным погодным условиям и болезням, во многих сельскохозяйственных районах мира превосходит обоих родителей. Изначально культура создавалась для зернофуража – приготовления кормов для сельскохозяйственных животных. На данный момент она является одним из основных видов кормового зерна, полностью удовлетворяя потребности животноводческой отрасли республики [1, 2].

Тритикале – ценная зерновая культура, нуждающаяся в совершенствовании технологии возделывания, в частности применении росторегулирующих препаратов, микроудобрений, которые в условиях природных аномалий последних лет будут способствовать повышению устойчивости культур как к неблагоприятным факторам среды, так и поражаемости болезнями и вредителями. Одновременно требуется вести планомерную работу по наращиванию плодородия почвы. Постоянное внесение ор-

ганических удобрений, достаточное внесение фосфорных, калийных удобрений, работа с бобовыми травами и применение оптимальной обработки почвы способствует тому, что в почве накапливается большее количество органического вещества. Это нивелирует аномалии в погодных условиях [3].

Следовательно большую актуальность приобретает применение комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста, полученных в последние годы, эффективность которых слабо изучена на яровой тритикале.

Применение новых форм комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, применение микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста позволит оптимизировать питание растений и разработать высокоэффективную систему удобрения для яровой тритикале, обеспечивающую высокую, устойчивую продуктивность, уменьшить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая.

Еще в прошлом веке опытным путем было доказано, что агрохимическая и физиологическая роль микроэлементов многогранна. Некоторые макро- и микроэлементы способны ускорять развитие растений и созревание семян. В опытах Г. Я. Жизневской медь ускорила развитие кукурузы на 12 дней и увеличила урожай початков кукурузы на 87 %, причем в варианте с медью было получено 60 % початков в фазе полной спелости и 40 % – в фазе восковой спелости. Без этого микроэлемента початки к моменту уборки достигли лишь молочной спелости.

Микроэлементы играют важную роль в борьбе с грибными и бактериальными болезнями растений. В. П. Нилова и В. Ф. Рашевская обнаружили, что предпосевная обработка семян яровой и озимой пшеницы рядом макро- и микроэлементов положительно влияет на устойчивость к бурой ржавчине и пыльной головне. Это связано с активностью окислительных ферментов [4, 5].

Многие растения испытывают потребность в боре в течение всего вегетационного периода. Он необходим для развития меристемы. Под влиянием бора улучшается синтез и передвижение углеводов, особенно сахарозы, из листьев к органам плодоношения и корням. В литературе имеются данные о том, что бор улучшает передвижение ростовых веществ и аскорбиновой кислоты к органам плодоношения. Он способствует и лучшему использованию кальция в процессах обмена веществ в растениях. Бор играет важную роль в делении клеток и синтезе белков и является необходимым компонентом клеточной оболочки [6].

Цинк входит в состав 40 ферментов и принимает участие в белковом, фосфорном обмене, синтезе аскорбиновой кислоты, тиамин и других ростовых веществ, повышает водоудерживающую силу растений. В вегетационных опытах 2014–2015 гг., проводимых Е. Ю. Гейгер, Л. Д. Варламовой, В. В. Семеновым, Ю. В. Погодиной и Ю. А. Сиротиной Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии при изучении хелатных форм микроэлементов на яровом рапсе, люпине белом и овсе было установлено, что все изучаемые микроэлементы в большинстве своем положительно влияли на урожайность опытных культур [4, 8].

Роль меди в жизни растений весьма специфична; медь не может быть заменена каким-либо другим элементом или их суммой. Первые доказательства необходимости меди для культурных растений были представлены А. L. Sommer, С. В. Lipman, G. McKinney. Эти авторы при специальной обработке водных питательных сред и реактивов установили, что медь нужна для нормального развития подсолнечника, льна, ячменя. Первые исследования положительного действия меди на злаковые растения на торфянистых почвах были проведены на Минском болотном поле в 1914 г. Вскоре симптомы «болезни обработки» при медной недостаточности были обнаружены также у других культур. У злаковых симптомы проявляются в виде побеления и подсыхания верхушек молодых листьев. Все растение приобретает светло-зеленую окраску. колошение задерживается. При сильном медном голодании высыхают также стебли. такие растения не дают урожая, или урожай бывает очень низкий и плохого качества. Таким образом, физиологическая и биохимическая роль меди многообразна. Медь влияет не только на углеводный и белковый обмен, но и повышает также интенсивность дыхания.

Роль марганца в обмене веществ у растений сходна с функциями магния и железа. Марганец активизирует многочисленные ферменты, особенно при фосфорилировании. Благодаря способности переносить электроны путем изменения валентности он участвует в различных окислительно-восстановительных реакциях. В световой реакции фотосинтеза он участвует в расщеплении молекулы воды. Поскольку марганец активизирует ферменты в растении, его недостаток сказывается на многих процессах обмена веществ, в частности, на синтезе углеводов и протеинов. Марганец участ-

вует в фотосинтезе и синтезе витамина С. При недостатке марганца понижается синтез органических веществ, уменьшается содержание хлорофилла в растениях, и они заболевают хлорозом [7].

В данных исследованиях впервые для яровой тритикале на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси были проведены исследования комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста.

Основная часть

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» со среднеспелым сортом яровой тритикале Садко на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы: гумус – 1,5–1,6 %, общий азот – 0,10–0,13 %, содержание подвижного фосфора (208–256 мг/кг), калия (174–284 мг/кг), меди (1,46–1,76 мг/кг), цинка (2,75–3,26) мг/кг, марганца (341–407 мг/кг), реакция почвенной среды (5,84–6,08).

Пахотный горизонт характеризовался средним содержанием гумуса (1,5–1,6 %) и общего азота (0,1–0,13 %), слабокислой и нейтральной реакцией почвенной среды (pH_{KCl} 5,84–6,08), повышенным и высоким содержанием почвенного фосфора (208–256 мг/кг), средней и повышенной обеспеченностью подвижным калием (174–284 мг/кг), низким и средним содержанием подвижной меди (1,46–1,76 мг/кг), низким и средним содержанием подвижного цинка (2,75–3,26 мг/кг).

Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Норма высева – 5,5 млн всхожих семян [8, 9].

В исследованиях применяли карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P₂O₅ – 30 %), хлористый калий (K₂O – 60 %); комплексное, разработанное РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», удобрение АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn для основного внесения; израильское удобрение для некорневых подкормок Нутривант плюс (N – 6 %, P₂O₅ – 23 %, K₂O – 35 %, MgO – 1 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Mn – 0,2 %, Zn – 0,2 %); комплексное удобрение производства Нидерланды Кристалон особый (N – 18 %, P₂O₅ – 18 %, K₂O – 18 %, MgO – 3 %, S – 2 %) и коричневый (N – 3 %, P₂O₅ – 11 %, K₂O – 38 %, MgO – 4 %, S – 11 %); польское микроудобрение Адоб Медь (Cu – 6,14 %, N – 2,6 %), польское удобрение Адоб Профит (N – 10 %, P₂O₅ – 40 %, K₂O – 8 %, MgO – 3 %, S – 2,3 %, B – 0,05 %, Mn – 0,1 %, Zn – 0,1 %, Cu – 0,1 %, Mo – 0,01 %, Fe – 0,05 %), белорусское микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л (N – 65 г/л; Cu – 78 г/л; гуминовые вещества – 0,6–5,0 г/л); регулятор роста Экосил.

Новое комплексное удобрение АФК с Cu и Mn вносили до посева, в дозе, эквивалентной по NPK варианту 3. Выравнивание по P и K с вариантом 3 проводили путем добавления небольшого количества аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Микроудобрение Адоб Медь и комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л применяли в фазе начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Комплексным удобрением Нутривант плюс проводили 2 обработки в дозе 2 кг/га в фазе кушения и фазе начала выхода в трубку. Удобрение Кристалон вносили в дозе 2 кг/га двукратно: особый – в фазе кушения, коричневый – в фазе начала выхода в трубку. Микроудобрение Адоб Профит также вносили дважды в фазе кушения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил проводили в дозе 75 мл/га в фазе начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными и микроудобрениями проводили согласно инструкции по применению и отраслевому регламенту.

Азотная подкормка пшеницы проводилась в фазе начало выхода в трубку и фазе флагового листа.

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

В фазу кушения рост растений яровой тритикале значительно изменялся только по отношению к контрольному варианту (табл. 1).

Максимальный рост растений яровой тритикале в фазу выхода в трубку наблюдался в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ – 72,5 и 73,0 см.

В фазу колошения наибольшая высота растений тритикале наблюдалась в варианте с применением N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ (102,4 см), МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ (102,7 и 103,2 см). В фазу молочно-восковой спелости высота растений колебалась от 101,8 до 121,1 см. Максимальный рост наблюдался с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ (120,1 и 121,1 см).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на линейный рост растений яровой тритикале сорта Садко

Варианты	Высота, см											
	Кущение			Выход в трубку			Колошение			Молочно-восковая спелость		
	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
Без удобрений (контроль)	30,3	30,8	30,6	48,6	53,1	50,8	83,3	86,2	84,7	101,5	102,2	101,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	35,9	39,8	37,8	52,7	68,3	60,5	83,7	96,8	90,2	115,1	110,8	113,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	34,5	42,3	38,4	57,6	72,1	64,8	89,1	106,8	98,0	115,5	112,8	114,2
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	34,6	43,9	39,3	58,5	72,2	65,3	89,2	106,5	97,8	116,1	113,9	115,0
Фон 1 +Микростим Медь Л(0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	35,0	44,8	39,9	59,7	73,9	66,8	91,1	107,3	99,2	117,2	116,6	116,9
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	36,5	46,7	41,6	64,1	74,4	69,2	93,0	108,0	100,5	118,1	117,6	117,8
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричне-вый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	36,1	44,5	40,3	64,6	73,8	69,2	93,5	107,2	100,3	116,9	116,6	116,8
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	37,3	46,3	41,8	65,6	75,5	70,6	94,0	108,1	101,0	116,3	117,8	117,1
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	34,9	41,0	37,9	65,2	75,0	70,1	93,3	106,5	99,9	115,6	113,8	114,7
АФК с Си, Мп + N ₃₀ (эквивалентный по НРК варианту 3)	34,8	44,2	39,5	66,3	76,3	71,3	94,2	108,0	101,1	118,2	117,7	117,9
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	37,7	44,4	41,0	67,0	76,2	71,6	95,4	109,4	102,4	119,2	119,2	119,2
Фон 2 + Микро-Стим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	38,1	44,2	41,1	67,4	77,6	72,5	95,8	109,6	102,7	120,9	119,3	120,1
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	38,0	44,3	41,1	68,1	77,8	73,0	96,5	109,9	103,2	122,8	119,4	121,1
НСР ₀₅	1,1	1,6	1,0	1,3	3,0	1,5	2,3	1,6	1,4	2,4	2,6	1,8

Существенной разницы в накоплении сухого вещества на растениях яровой тритикале в фазу кущения по вариантам отмечено не было (табл. 2). Наибольшая масса сухого вещества в фазу выхода в трубку была отмечена в варианте с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ (491,6 и 497,0 г). Максимальная масса растений в фазу колошения отмечена в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀ (677,9 и 683,4 г). Максимальная масса растений в фазу молочно-восковой спелости отмечена в вариантах с применением тех же удобрений (1095,5 и 1102,5 г).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику накопления сухого вещества яровой тритикале сорта Садко (масса 100 сухих растений)

Варианты	г/100 растений											
	Кушение			Выход в трубку			Колошение			Молочно-восковая спелость		
	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
Без удобрений (контроль)	74,5	81,0	77,8	296,0	306,0	301,0	398,0	403,0	400,5	685,0	693,3	689,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	120,0	151,1	135,5	431,0	454,2	442,6	627,5	652,3	639,9	945,5	979,1	962,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	120,5	153,3	136,9	453,0	461,1	457,0	641,5	653,4	647,4	1003,5	1102,8	1053,1
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	117,5	151,9	134,7	455,0	458,7	456,9	659,0	655,0	657,0	1007,0	1119,0	1063,0
Фон 1 +Микростим Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	124,0	153,6	138,8	466,5	464,9	465,7	672,5	656,3	664,4	1017,0	1122,8	1069,9
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кушения и начала выхода в трубку	140,5	157,2	148,8	475,0	469,5	472,2	681,0	662,9	671,9	1022,5	1130,4	1076,5
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кушения и коричневый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	141,5	150,9	146,2	461,0	456,1	458,5	660,5	655,8	658,2	993,5	1119,5	1056,5
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кушения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	150,5	147,0	148,7	0,0	473,2	236,6	0,0	675,3	337,7	0,0	1130,8	565,4
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	119,0	149,2	134,1	455,0	466,6	460,8	655,0	653,9	654,5	978,0	1117,9	1048,0
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	121,0	152,8	136,9	480,0	469,1	474,6	665,0	654,6	659,8	1015,5	1146,0	1080,7
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	152,5	161,1	156,8	483,5	481,3	482,4	676,5	676,4	676,5	1030,5	1139,3	1084,9
Фон 2 + МикроСтим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	155,5	165,0	160,3	487,5	495,8	491,6	676,0	679,8	677,9	1034,5	1156,5	1095,5
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кушения и начала выхода в трубку	156,5	165,7	161,1	491,5	502,4	497,0	685,5	681,2	683,4	1045,0	1160,0	1102,5
НСР 05	7,5	10,1	6,3	9,1	11,1	7,2	8,3	9,3	6,3	11,5	13,2	8,8

В среднем за 2018–2019 гг. урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко в варианте с применением N₆₀P₆₀K₉₀ по отношению к контролю возросла на 5,8 ц/га. При этомкупаемость 1 кг NPK кг зерна составила 2,8 (табл. 3).

Применение азотной подкормки карбамидом N₃₀ (N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀) дало прибавку к урожайности 7,9 ц/га при окупаемости 1 кг NPK– 3,3 кг зерна соответственно.

Некорневая подкормка яровой тритикале микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне N₆₀P₆₀K₉₀+N₃₀ повышала урожайность зерна на 3,4 и 4,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 4,7 и 5,2 кг зерна.

Применение микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀) повышало урожайность зерна яровой тритикале на 5,2 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 5,5 кг зерна.

Таблица 3. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко

Варианты	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га			Окупаемость 1 кг NPK зерном, кг
	2018 г.	2019 г.	среднее	к контролю	к фону		
					1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8
Без удобрений (контроль)	26,5	37,1	31,8	–	–	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	31,6	43,6	37,6	5,8	–	–	2,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	33,3	46,1	39,7	7,9	–	–	3,3
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	36,3	49,9	43,1	11,3	3,4	–	4,7
Фон 1 +Микростим Медь Л1 (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	37,0	51,4	44,2	12,4	4,5	–	5,2
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	37,3	52,6	45,0	13,2	5,3	–	5,5
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в фазе начала выхода в трубку (по 2 кг/га)	36,9	50,3	43,6	11,8	3,9	–	4,9
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	36,6	51,6	44,1	12,3	4,4	–	5,1
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	36,1	49,4	42,7	10,9	3,0	–	4,5
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	39,1	54,2	46,7	14,9	–	–	6,2
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	36,5	50,9	43,7	11,9	–	–	3,8
Фон 2 + МикроСтим Медь (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	40,7	57,2	48,9	17,1	–	5,2	5,5
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазу кущения и начала выхода в трубку	41,0	57,9	49,4	17,6	–	5,7	5,7
НСР 05	1,5	1,6	1,1	–	–	–	–

Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон при двукратной обработке по сравнению с фоном (N₆₀P₆₀K₉₀+N₃₀) увеличила урожайность зерна у яровой тритикале на 3,9 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 4,9 кг зерна соответственно.

Применение на посевах комплексного удобрения Нутривант плюс в фазе кущения и начала выхода в трубку на том же фоне дало прибавку зерна тритикале 5,3 ц/га при окупаемости 5,5 кг соответственно. Некорневая подкормка комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₆₀P₇₀K₁₂₀+N₃₀+N₃₀) в фазе начала выхода в трубку повышала урожайность пшеницы на 5,7 ц/га, при этом окупаемость 1 кг NPK составила 5,7 кг.

Обработка посевов яровой тритикале сорта Садко регулятором роста Экосил на фоне N₆₀P₆₀K₉₀+N₃₀ повышала урожайность зерна на 3,0 ц/га, при этом окупаемость 1 кг NPK составила 4,5 кг соответственно.

Применение комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn повысило урожайность зерна пшеницы на 4,0 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 6,2 кг.

Наибольшая урожайность зерна ярового тритикале по вариантам опыта была отмечена в варианте $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ в сочетании с обработкой посевов комплексным удобрением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс, которая составляет 48,9 ц/га и 49,4 ц/га.

Максимальная окупаемость 1 кг NPK кг зерна отмечается у тритикале в вариантах с использованием нового комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn и комплексного удобрения Нутривант плюс, которая составила 6,2 и 5,7 кг соответственно.

Заключение

1. Обработка посевов яровой тритикале макро-, микроудобрениями и регуляторами роста положительно повлияла на линейный рост растений. Максимальная высота растений в фазе выхода в трубку, фазе колошения и фазе молочно-восковой спелости была в вариантах $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$, МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ и составила 71,6 см, 72,5 см 73,0 см; 102,4 см, 102,7 см, 103,2 см; 119,2 см, 120,1 см, 121,1 см соответственно.

2. Наибольшая биомасса растений отмечена в вариантах $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$, МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ (фаза выхода в трубку – 482,4 г, 491,6 г, 497,0 г; фаза колошения – 676,6 г, 677,9 г, 683,4 г; фаза молочно-восковой спелости – 1084,9 г, 1095,5 г, 1102,5 г).

3. Некорневая подкормка яровой тритикале среднеспелого сорта Садко удобрениями Адоб Медь, МикроСтим-Медь Л, Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ повышала урожайность зерна на 3,4; 4,5; 5,3; 3,9; 4,4 ц/га. Применение на посевах пшеницы микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$ увеличивало урожайность на 5,2 ц/га, а комплексного удобрения Нутривант плюс – на 5,7 ц/га.

4. Применение комплексного удобрения АФК марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 Mn повысило урожайность зерна тритикале на 7,0 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ($N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$) применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. При этом окупаемость 1 кг NPK составила 6,2.

5. Максимальная урожайность зерна у тритикале сорта Садко (48,9 и 49,4 ц/га) отмечена при обработке посевов удобрениями МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120}+N_{30}+N_{30}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.]. – М.: Колос, 1997.
2. Что такое тритикале и с чем его едят. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://produkt.by/story/chto-takoe-tritikale-i-s-chem-ee-edyat-znayut-daleko-ne-vse> – Дата доступа: 07.02.2020.
3. Беларусь вышла на второе место в мире по площадям тритикале. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/economics/194515.html> – Дата доступа: 07.02.2020.
4. Анспок, П. И. Микроудобрения: Справочная книга / П. И. Анспок. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 272 с.
5. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки, 2017. – 315 с.
6. Цыганов, А. Р. Микроэлементы и микроудобрения: учебное пособие для с.-х. вузов / А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, С. Ф. Реуцкая. – Минск, 1998. – С. 122.
7. Ягодин, Б. А. Проблема микроудобрений в земледелии СССР / Б. А. Ягодин // Агрохимия. 1981. – № 10. – С. 66–71.
8. Агрохимия. Практикум: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. профессоров И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
9. 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.

МОНИТОРИНГ КОЛЛЕКЦИИ БЕЛОГО ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Ю. С. МАЛЫШКИНА, Е. В. РАВКОВ

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

М. И. ЛУКАШЕВИЧ

«Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса», филиал ВНИИ люпина,
г. Брянск, Россия, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru

(Поступила в редакцию 16.03.2020)

В статье представлены результаты последних достижений селекции белого люпина на скороспелость и возможность его возделывания в условиях Республики Беларусь. Скрининг коллекции белого люпина различного селекционного и географического происхождения показал, что источниками скороспелости и толерантности являются образцы российской селекции Детер и белорусской селекции БЛ-ДТ-4, которые относятся к полуранней группе с заблокированным боковым ветвлением, образцы среднеспелой группы СН-1022-09, Мичуринский, Дега, СН-1677-10 (Россия), и БЛ-СН-10-3, Мара, Росбел, БЛ-СН-16-6 (Беларусь), а также образцы среднепоздней группы из ЮАР А-СП-1-16Д-1272 и А-СП-16Д-1504, из России Тип-топ × Детер.

Проводилась оценка устойчивости к антракнозу 23 образцов белого люпина на жестком инфекционном фоне и 30 образцов в естественных условиях. В данном питомнике проводили отбор исходных растений, характеризующихся толерантными свойствами к патогену. Изучена динамика распространения антракноза по фазам развития растений. Представлена структура урожайности семян, зеленой массы и сухого вещества образцов люпина белого за 2018–2019 гг. в естественных условиях и на инфекционном фоне.

Перспективными для селекции являются образцы среднеспелой группы из ЮАР А-СП-1-16Д-1272 и А-СП-16Д-1504, из России характеризующиеся детерминантным типом роста с фасцированным боковым ветвлением, у которых плодоносящие кисти созревают одновременно с главной кистью.

Для выведения сортов белого люпина, обладающих толерантностью к антракнозу необходимо использовать в качестве источников образцы Пилигрим, СН-1022-09 и СН-1677-10 российской селекции и БЛ-ДС-2, БЛ-СН-10-3, Мара и Росбел белорусской селекции, а также из ЮАР А-СП-1-16Д-1272 и А-СП-16Д-1504.

Ключевые слова: коллекция, люпин белый, образец, скороспелость, урожайность, антракноз.

The article presents recent achievements in breeding white lupine for early ripeness and the possibility of cultivating it in the conditions of the Republic of Belarus. Screening of the collection of white lupine of various breeding and geographical origin showed that the sources of early maturity and tolerance are samples of the Russian selection Deter, and the Belarusian selection BL-DT-4, which belong to the semi-early group, with blocked lateral branching, samples of medium ripeness group SN-1022-09, Michurinskii, Dega, SN-1677-10 (Russia), and BL-SN-10-3, Mara, Rosbel, BL-SN-16-6 (Belarus), as well as medium-late group samples from South Africa A-SP-1-16D-1272 and A-SP-16D-1504, from Russia Tip-top × Deter.

We evaluated the resistance to anthracnose of 23 samples of white lupine against a severe infectious background and 30 samples in vivo. In this nursery, the selection of initial plants characterized by tolerant pathogen properties was carried out. The dynamics of the spread of anthracnose along the phases of plant development was studied. We have presented the structure of yield of seeds, green mass and dry matter of white lupine samples for 2018-2019 in vivo and on an infectious background.

Promising for selection are medium ripeness group samples from South Africa A-SP-1-16D-1272 and A-SP-16D-1504, and from Russia, characterized by a determinant type of growth with fasciated lateral branching, in which fruiting bunches mature simultaneously with the main bunch.

For breeding varieties of white lupine with anthracnose tolerance, it is necessary to use as sources the following samples: Pilgrim, SN-1022-09 and SN-1677-10 of Russian selection; and BL-DS-2, BL-SN-10-3, Mara and Rosbel of Belarusian selection, as well as samples from South Africa A-SP-1-16D-1272 and A-SP-16D-1504.

Key words: collection, white lupine, sample, early ripeness, productivity, anthracnose.

Введение

В мире более 820 миллионов людей страдают от голода, около двух миллиардов в своём рационе не имеют сбалансированного питания, при этом около полумиллиарда больны ожирением. На 68-й сессии Генеральной ассамблеи ООН в 2016 год был провозглашён Международным годом зернобобовых культур. В декабре 2018 года по предложению Правительства Буркина-Фасо утвердили ежегодную дату 10 февраля Всемирный день зернобобовых, который подчёркивает важность бобовых в устойчивом производстве продовольствия и улучшения качества питания. На 73-й сессии Генеральной ассамблеи ООН было принято продолжить распространять информацию о значимости и питательной ценности для включения бобовых культур в рацион питания на период до 2030 года [1].

В республике Беларусь традиционно возделывалось два вида люпина – желтый и узколистный, посевные площади под которыми стали снижаться с 1997 года, особенно это сказалось на желтом люпине в связи с его массовым поражением антракнозом [2].

В Республике Беларусь был районирован по Гомельской области сорт Сож, который высевался на сотне гектар. С 2015 года в Государственный реестр сортов внесен сорт Амига французской селекции, который имеет все недостатки, присущие сортам белого люпина селекции 80-х годов прошлого века: позднеспелость, отсутствие устойчивости к фузариозу, вирусному израстанию и антракнозу, засухе в период бобообразования, требовательности к высоким температурам в период налива и созревания семян [3].

Вместе с тем белый люпин по уровню урожайности значительно превосходит желтый и узколистный виды, а его потенциал продуктивности достигает 60 ц/га. В настоящее время селекционным путем частично решен целый ряд проблем в селекции белого люпина [4].

Выведение сортов люпина белого, стабильно созревающих ко второй половине августа в условиях юга и в первой декаде сентября в северной части Республики Беларусь, позволит снять нагрузку в использовании комбайнового парка и мощностей по сушке и доработке зерна. Кроме этого, люпин белый является хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур и может выступить в будущем в качестве импортозамещения сои и соевых шротов, при создании сортов адаптивных к условиям республики.

Таким образом, исследования, направленные на создание перспективных селекционных образцов для последующего выведения высокопродуктивных сортов белого люпина с урожайностью на уровне средней урожайности зерновых по республике, адаптированных к условиям Республики Беларусь, являются актуальными.

Основная часть

Селекционная работа с белым люпином в условиях северо-востока Беларуси проводилась на опытном поле кафедры селекции и генетики УО БГСХА. Собранная коллекция различного селекционного и эколого-географического происхождения оценивалась в коллекционном питомнике, который высевался в естественных условиях и на антракнозном инфекционном фоне. Инфекционный фон закладывался по методике А. С. Якушевой [5].

Для создания инфекционного фона зараженный материал (створки бобов, стебли растений люпина с язвами антракноза) собирали и высушивали. После появления всходов вносили размолотый предварительно за один день до внесения инфекционный материал в рядки на мокрую почву из расчета 2 г на один погонный метр. На инфекционном фоне образцы высевали в однократной повторности, размер учетной делянки составлял 1 м². Одновременно коллекция оценивалась к антракнозу в условиях естественного распространения антракноза, для чего семена не протравливались и фунгицидная обработка питомника не проводилась. Уборка растений осуществлялась по питомникам вручную с оценкой потомства.

Коллекционный питомник белого люпина состоял из 30 образцов, в том числе следующего происхождения: 10 образцов (Россия), 1 образец (Франция), 7 образцов (ЮАР), 1 образец (Украина), 11 образцов (Беларусь). Сорта отличались между собой как по морфологическим, так и по хозяйственно-полезным признакам.

Метеорологические условия 2018–2019 гг. значительно отличались между собой и были относительно неблагоприятными для выращивания белого люпина из-за весенних заморозков и засухи, сильных и продолжительных дождей в период созревания. При снижении температуры и выпадении осадков замедляется рост и развитие, что приводит к удлинению всех фаз развития растений. Если температура воздуха становится ниже +10 °С прохождение фаз у люпина останавливается и созревание семян затягивается. У каждого вида и сорта различная продолжительность вегетационного периода (рис. 1). Сорта зернового типа с ограниченным ветвлением имеют более короткий период вегетации чем сорта, которые образуют боковые побеги 1–4 порядков [6].

В 2018 г. длина вегетационного периода колебалась от 116 до 150 дней. Наиболее позднеспелыми оказались Алы парус, Деснянский, БЛ-А-1, БЛ-ДС-2, которые созревали раньше контроля на 6–10 дней, а остальные образцы созрели за 116–125 дней.

В 2019 г. длина вегетационного периода была более длительной и варьировала от 125 до 172 дней. Самый продолжительный вегетационный период 172 дня имел сорт Амига, единственный сорт белого люпина, включенный в государственный реестр сортов Беларуси. У большинства образцов длина

вегетационного периода составила 136 дней, в том числе и образцов из ЮАР. Более скороспелыми оказались образцы Детер (125 дней) и СН-1022-09 (130 дней) селекции ВНИИ люпина (Россия).

В среднем за 2 года длина вегетационного периода колебалась от 121 до 161 дня. В результате проведённой оценки коллекции на скороспелость образцы можно разделить на пять групп созревания.

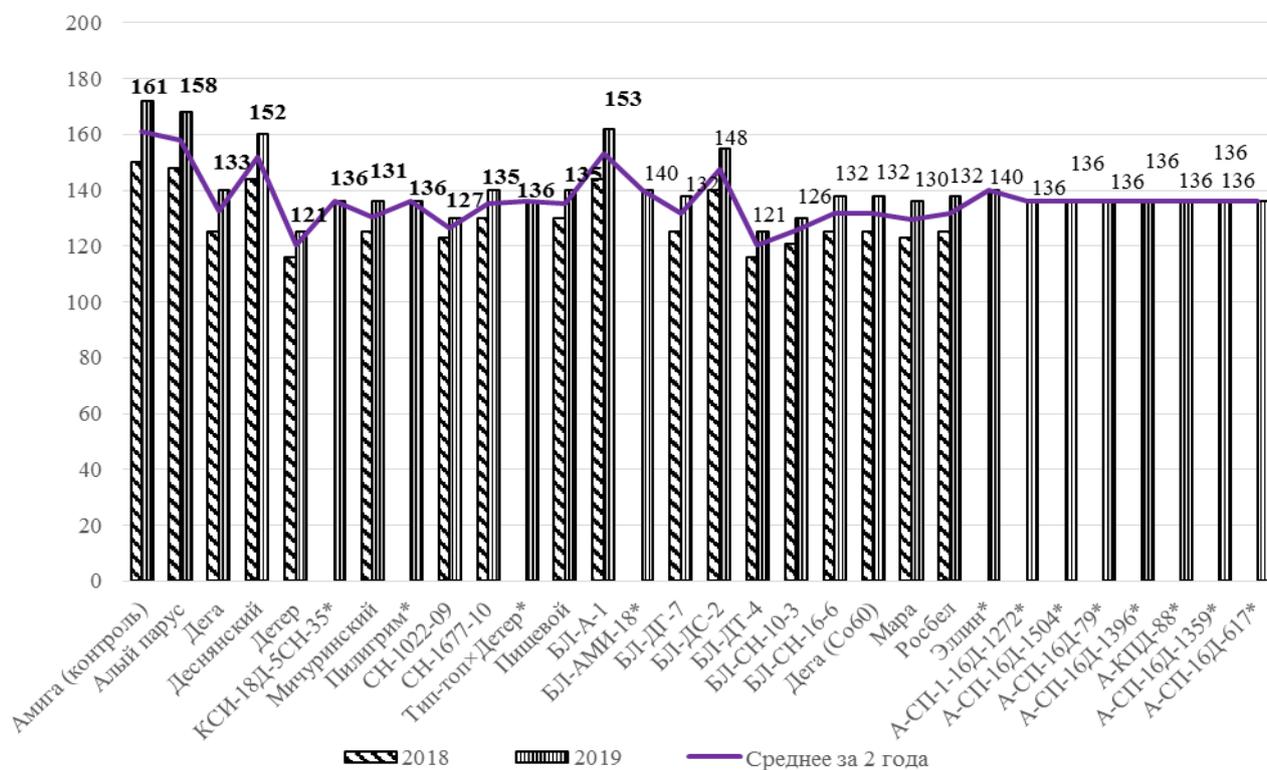


Рис. 1. Продолжительность вегетационного периода (2018–2019гг.), дней

К полуранней группе относятся образцы Детер и БЛ-ДТ-4, у которых боковые побеги заблокированы, а в пазухах листьев образуются бобы. К среднеспелой группе с длиной вегетационного периода 127–135 дней относится большинство образцов российской, белорусской и украинской селекции. К среднепоздней группе относятся образцы африканской и российской селекции, которые относятся к детерминантным фасциированным формам. К поздней группе можно отнести образцы Алый парус, Деснянский, БЛ-А-1, БЛ-ДС-2 с длиной вегетационного периода 148–158 дней, а к очень поздней группе относится сорт Амига с длиной вегетационного периода 161 день.

Таким образом, в северо-восточной зоне Республики Беларусь возможно выращивание сортов белого люпина, которые относятся к полуранным, среднеспелым и среднепоздним группам созревания.

Изучение динамики распространения антракноза показывает, что в фазу розетки распространение антракноза в естественных условиях на большинстве образцов составляет от 3,4 до 21,1 % (табл. 1).

Вместе с тем отмечено более сильное поражение у большинства образцов из ЮАР от 14,3 до 21,1 %, что говорит о наличии сильной инфекции на семенах. По всем образцам на инфекционном фоне поражение в фазу розетки составило от 5,6 до 23,6 %. Степень поражения антракнозом в фазу цветения и созревания возрастает для естественного фона от 11,0 до 50,0 %, и 28,8–86,4 % соответственно и на инфекционном фоне в фазу цветения от 20,3 до 70,0 %, в фазу созревания от 63,5 до 98,6 %. Распространение антракноза в естественных условиях было довольно высоким. Например, сорт Амига, французской селекции, который включен в государственный реестр сортов Республики Беларусь поражен в условиях естественного распространения антракноза на 86,4 %, а на инфекционном фоне до 98,6 %, практически полностью погибал.

Среди образцов российской и украинской селекции распространение антракноза колебалось от 40,9 до 66,0 %. Сильно пораженными оказались образцы из ЮАР А-СП-16Д-617 (84,2 %) и А-СП-16Д-1396 (80,0 %). Созданные нами образцы имели поражение от 28,8 до 68,8 %. Более низкий процент поражения имели Росбел (28,8 %), Мара (29,8 %), и соответственно образцы БЛ-ДГ-7, Дега (Со⁶⁰), БЛ-ДС-2, БЛ-А-1 и БЛ-СН-16-6, БЛ-СН-10-3, этот показатель не превышал 43 %. Российские сорта Деснянский, Мичуринский, СН-1677-10, и Тип-топ×Детер пораженными от 41,2 до 48,9 %.

На жестком инфекционном фоне проводилась оценка устойчивости к антракнозу 23 образцов белого люпина. В данном питомнике проводили отбор исходных растений, характеризующихся толерантными свойствами к патогену, т.е. несмотря на поражение листового аппарата, и бобов растений имеющих относительно высокую семенную продуктивность. На инфекционном фоне распространенность антракноза была более значительной, чем в естественных условиях распространения, так в фазе созревания она составила 63,5–98,6 %.

Таблица 1. Динамика распространения антракноза на образцах белого люпина в коллекционном питомнике в среднем за 2017–2019 гг.

№	Образец	Происхождение	Поражение растений по фазам развития, %					
			в естественных условиях			на инфекционном фоне		
			розетки	цветение	созревание	розетки	цветение	созревание
1	Амига (контроль)	Франция	9,0	43,0	86,4	12,4	70,0	98,6
2	Алый парус	Россия	5,1	20,8	46,6	6,8	34,7	72,7
3	Дега	Россия	8,5	24,4	52,9	8,8	42,9	73,5
4	Деснянский	Россия	7,1	20,0	48,4	19,1	38,7	77,7
5	Детер	Россия	10,5	30,4	66,0	15,2	50,8	82,9
6	КСИ-18Д-5СН-35*	Россия	11,2	25,2	52,4	14,7	36,8	80,0
7	Мичуринский	Россия	8,1	26,8	48,9	7,7	38,8	80,0
8	Пилигрим*	Россия	5,6	18,1	61,1	16,2	20,3	67,6
9	СН-1022-09	Россия	5,7	21,0	45,8	16,5	42,2	76,2
10	СН-1677-10	Россия	5,6	23,3	40,9	5,7	36,6	69,0
11	Тип-топ×Детер*	Россия	10,1	19,3	41,2	11,3	25,0	68,8
12	Пищевой	Украина	9,8	27,8	69,1	23,3	61,8	83,9
13	БЛ-А-1	Беларусь	7,3	16,7	40,5	12,5	30,9	81,8
14	БЛ-АМИ-18*	Беларусь	5,0	17,5	68,8	6,8	21,9	72,6
15	БЛ-ДГ-7	Беларусь	7,3	25,8	40,4	12,3	37,9	73,7
16	БЛ-ДС-2	Беларусь	11,2	22,6	41,3	11,9	34,2	63,5
17	БЛ-ДТ-4	Беларусь	12,7	21,1	53,0	15,1	39,9	70,8
18	БЛ-СН-10-3	Беларусь	7,3	20,5	42,8	14,5	38,6	66,4
19	БЛ-СН-16-6	Беларусь	6,4	24,7	42,8	10,0	38,2	78,6
20	Дега (Со ⁶⁰)	Беларусь	3,4	18,5	40,9	9,0	38,6	74,7
21	Мара	Беларусь	7,4	15,1	29,8	5,6	35,4	69,9
22	Росбел	Беларусь	4,2	11,0	28,8	6,3	36,9	71,0
23	Эллин*	Беларусь	7,1	14,3	61,9	23,6	43,1	86,1
24	А-КПД-88*	ЮАР	14,3	35,7	71,4			
25	А-СП-1-16Д-1272*	ЮАР	8,0	24,0	52,0			
26	А-СП-16Д-1504*	ЮАР	7,7	19,2	42,3			
27	А-СП-16Д-79*	ЮАР	20,0	50,0	60,0			
28	А-СП-16Д-1396*	ЮАР	10,0	30,0	80,0			
29	А-СП-16Д-1359*	ЮАР	14,3	23,8	76,2			
30	А-СП-16Д-617*	ЮАР	21,1	31,6	84,2			
	X min		3,4	11,0	28,8	5,6	20,3	63,5
	X max		21,1	50,0	86,4	23,6	70,0	98,6
	X среднее		9,0	24,1	53,9	12,4	38,9	75,6

* – данные за 2019 г.

Сорт Амига очень сильно поражался после окончания цветения, бобы образовывались неполноценными, а семена мелкие. Меньше всех на инфекционном фоне поражался образец БЛ-ДС-2 белорусской селекции (63,5 %), БЛ-СН-10-3 (66,4 %) и Мара (69,9 %). У сортов из России наименее были поражены растения сортов Пилигрим, Тип-топ×Детер, СН-1677-10 (67,6–69,0 %).

Таким образом, в селекции на резистентность к антракнозу представляет интерес ряд образцов люпина белого, которые, несмотря на наличие поражения растения, формируют бобы, не погибающие полностью от патогена. В среднем к фазе цветения процент поражения растений растёт в естественных условиях увеличился более чем в 2 раза, а на инфекционном фоне более чем в 3 раза. В фазу созревания процент поражения на естественном фоне колебался от 28,8 до 86,4 %, а на инфекционном фоне от 63,5 до 98,6 %.

Важным показателем при возделывании люпина на корм является урожайность зеленой массы, а также сбор сухого вещества с гектара. На рис. 2 представлены данные по урожайности зеленой массы образцов белого люпина. Урожайность зеленой массы на естественном фоне распространения антракноза по образцам колебалась от 120,8 до 1205,4 ц/га. На сбор зеленой массы оказали в сильной степени метеорологические условия, а также степень поражения растений антракнозом. Урожайность

сухого вещества варьировала от 12,8 до 145,2 ц/га. Более высокоурожайными оказались Алый парус, Деснянский, Дега (Со⁶⁰), БЛ-А-1 и БЛ-ДС-2. На инфекционном фоне урожайность зеленой массы была значительно ниже из-за влияния патогена, при поражении растений антракнозом наблюдается не только угнетение роста, но и резкое снижение урожая зеленой массы из-за абортности и усыхания бобов при поражении.

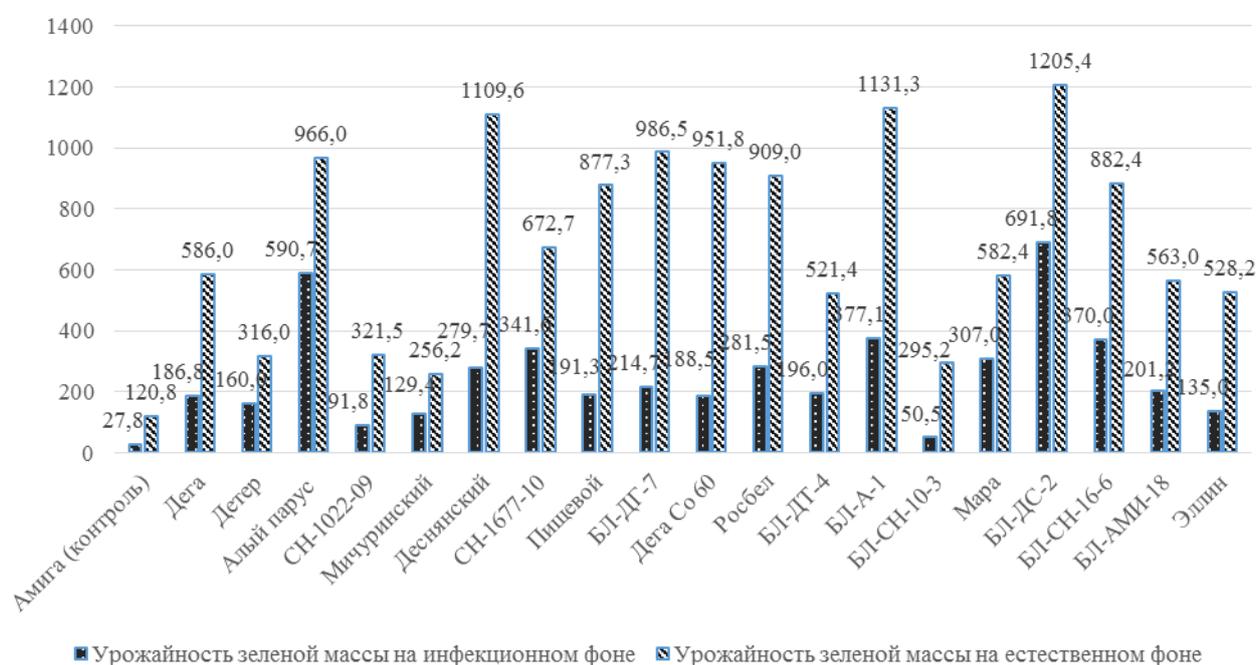


Рис. 2. Урожайность зеленой массы белого люпина в коллекционном питомнике в 2019 г.

Урожайность зелёной массы на инфекционном фоне колебалась от 27,8 до 691,8 ц/га и уступала данному показателю на естественном фоне в 2–8 раза. Например, Алый парус имел урожайность зеленой массы почти в два раза ниже, а Деснянский более чем в 8 раз. Урожайность сухого вещества варьировала от 4,2 до 100,7 ц/га.

Урожайность семян в коллекционном питомнике за 2018–2019 гг. сильно колебалась по образцам (табл. 2). В естественных условиях урожайность сорта Амига, выступающего в качестве контроля, составила 59,8 г/м². У образцов российского происхождения урожайность колебалась от 145,9 до 480,4 г/м². В 2019 г. высокую урожайность семян имели Дега (451,0 г/м²), Алый парус (533,9 г/м²), КСИ-18Д-5СН-35 (521,1 г/м²), СН-1677-10 (597,4 г/м²) и Деснянский (692,4 г/м²). Высокая урожайность семян в коллекционном питомнике была у образца Пищевой (Украина) – 570,2 г/м². Урожайность семян в 2019 у образцов белорусской селекции Эллин, Дега (Со⁶⁰) и БЛ-АМИ-18 составила соответственно 275,6 г/м², 410,1 г/м² и 424,6 г/м². Среди образцов происхождением из ЮАР урожайность колебалась в сильной степени. Образец А-СП-16Д-1396 уступил среднему значению контроля на 38,2 г/м². Высокую урожайность имели А-СП-16Д-1359 (364,8 г/м²) и А-СП-16Д-1504 (528,0 г/м²). Урожайность семян на инфекционном фоне в 2018 г. колебалась от 11,3 до 186,6 г/м² по образцам, что существенно меньше, чем продуктивность образцов в условиях естественного фона распространения антракноза. Урожайность контрольного сорта Амига составила 11,3 г/м², а в 2019 г. он полностью поразился и не сформировал семян. Весьма низкую семенную продуктивность имели Детер, КСИ-18Д-5СН-35, Мичуринский, Пилигрим, СН-1022-09, Тип-топ×Детер, БЛ-ДГ-4, Эллин.

Таким образом, перспективны для селекции на толерантность и высокую продуктивность семян Алый парус, Деснянский российской селекции, БЛ-А-1, БЛ-ДГ-7, БЛ-ДС-2, Мара и Росбел, а также селекции ЮАР А-СП-1-16Д-1272, А-СП-16Д-1504 и А-СП-16Д-1359. На структуру урожайности семян образцов люпина белого в 2018–2019 гг. особое влияние оказали метеорологические условия.

Количество плодоносящих кистей в естественных условиях распространения инфекции колебалось от 1,0 до 4,6 шт.

Сорт Детер имеет эпигональный тип развития, Алый парус, Деснянский имеют боковое ветвление на уровне 3–4 порядка и поэтому созревают поздно и неравномерно. У большинства образцов боковое ветвление заблокировано на уровне 1–2 порядка.

Таблица 2. Урожайность семян образцов белого люпина в коллекционном питомнике в среднем за 2018–2019 гг.

№	Образец	Урожайность в естественных условиях				Урожайность на инфекционном фоне			
		2018		2019		2018		2019	
		г/м ²	г/м ²	г/м ²	± к контролю	г/м ²	г/м ²	г/м ²	± к контролю
1	Амига (контроль)	39,6	80,0	59,8	-	11,3	0,0	5,6	-
2	Алый парус	48,7	533,9	291,3	231,5	46,0	266,4	156,2	150,5
3	Дега	258,1	451,0	354,5	294,7	96,8	184,1	140,5	134,8
4	Деснянский	268,3	692,4	480,4	420,6	95,8	210,7	153,2	147,6
5	Детер	169,8	122,0	145,9	86,1	47,4	92,9	70,2	64,5
6	КСИ-18Д-5СН-35*	-	521,1	521,1	461,3	-	51,1	51,1	45,4
7	Мичуринский	350,3	214,5	282,4	222,6	90,9	71,4	81,2	75,5
8	Пилигрим*		238,4	238,4	178,6		76,3	76,3	70,7
9	СН-1022-09	239,8	109,2	174,5	114,7	56,3	60,5	58,4	52,7
10	СН-1677-10	130,5	597,4	364,0	304,2	66,0	207,1	136,6	130,9
11	Тип-топ×Детер*		296,0	296,0	236,2		54,4	54,4	48,7
12	Пищевой	177,6	570,2	373,9	314,1	41,2	137,4	89,3	83,6
13	БЛ-А-1	429,2	615,6	522,4	462,6	112,9	183,2	148,1	142,4
14	БЛ-АМИ-18*		410,1	410,1	350,3		94,9	94,9	89,3
15	БЛ-ДГ-7	697,0	416,1	556,5	496,7	186,6	98,3	142,5	136,8
16	БЛ-ДС-2	429,4	771,4	600,4	540,6	179,3	233,7	206,5	200,8
17	БЛ-ДТ-4	309,1	179,2	244,2	184,4	72,0	81,1	76,6	70,9
18	БЛ-СН-10-3	421,0	176,4	298,7	238,9	137,7	27,4	82,5	76,9
19	БЛ-СН-16-6	375,2	714,2	544,7	484,9	102,7	216,6	159,6	154,0
20	Дега (Со ⁶⁰)	440,2	424,6	432,4	372,6	89,0	163,4	126,2	120,6
21	Мара	421,8	500,3	461,1	401,3	131,1	241,0	186,0	180,4
22	Росбел	422,7	516,5	469,6	409,8	128,8	129,6	129,2	123,5
23	Эллин*		275,6	275,6	215,8		62,4	62,4	56,8
24	А-КПД-88*		64,8	64,8	5,0				
25	А-СП-1-16Д-1272*		334,5	334,5	274,7				
26	А-СП-16Д-1504*		528,0	528,0	468,2				
27	А-СП-16Д-79*		211,2	211,2	151,4				
28	А-СП-16Д-1396*		21,6	21,6	-38,2				
29	А-СП-16Д-1359*		364,8	364,8	305,0				
30	А-СП-16Д-617*		149,4	149,4	89,6				
	X min	39,6	21,6	21,6	-38,2	11,3	0,0	5,6	45,4
	X max	697,0	771,4	600,4	540,6	186,6	266,4	206,5	200,8
	X среднее	312,7	370,0	335,7	285,5	94,0	128,0	108,1	107,2

* – данные за 2019 г.

Количество бобов на центральной кисти колебалось от 4,4 до 11,2 шт. Более десяти бобов на центральной кисти формировали БЛ-ДТ-4 и образец из ЮАР А-СП-16Д-1359.

Всего количество бобов на растении варьируется по образцам от 5,5 до 17,4 шт., а количество семян от 17,2 до 62,1 шт. Количество семян в бобе изменялось от 3,0 до 4,0 шт. Коллекционный питомник белого люпина на инфекционном фоне включал 23 образца, из них собственной селекции 10 образцов. Анализ элементов структуры урожайности образцов показал, что данные показатели значительно уступали по всем параметрам образцам, высеянных и оцениваемых в естественных условиях распространения антракноза. Количество бобов на растении по образцам колебалось от 1,7 до 13,5 шт. Количество семян варьировало от 3,6 до 42,4 шт., семян в бобе – от 1,8 до 3,7 шт.

Заключение

На основании проведённых исследований можно сделать следующее заключение. Большинство образцов белого люпина характеризуются позднеспелостью, и они могут быть использованы для селекции универсальных сортов, а зернового типа источниками скороспелости могут служить Детер, Тип-топ×Детер, БЛ-ДТ-4, СН-1022-09, БЛ-СН-10-3.

Источниками резистентности являются образцы белорусской селекции БЛ-ДС-2, БЛ-СН-10-3, Росбел, Мара, полученные путём многократного массового отбора на инфекционном фоне. Российские сорта Пилигрим, СН-1677-10, и Тип-топ×Детер.

По показателю урожайности зелёной массы более высокоурожайными оказались Алый парус, Деснянский, Дега (Со⁶⁰), БЛ-А-1 и БЛ-ДС-2.

Высокой урожайностью зерна обладают образцы среднеспелой группы БЛ-ДГ-7 (556,5 г/м²) и БЛ-СН-16-6 (544,7 г/м²), среднепоздней А-СП-16Д-1504 (528,0 г/м²), и поздней БЛ-ДС-2 (600,4 г/м²) и БЛ-А-1 (522,4 г/м²).

Перспективны для селекции на толерантность и высокую продуктивность семян Алы парус, Деснянский российской селекции, БЛ-А-1, БЛ-ДГ-7, Мара и Росбел, а также селекции ЮАР А-СП-1-16Д-1272, А-СП-16Д-1504 и А-СП-16Д-1359, которые могут быть использованы для создания сортов зеленоукосного направления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация объединенных наций [Электронный ресурс] / Всемирный день зернобобовых. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/observances/world-pulses-day>. – Дата доступа: 25.01.2020.

2. Купцов, Н. С. Люпин: генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, 2006. – 576 с.

3. Равков, Е. В. Люпин белый как объект селекционных исследований в северо-восточной части беларуси / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина // Сборник статей по материалам vi международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию агрономического факультета «технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Горки, 22–23 июня 2015 г.). – Горки: БГСХА, 2015. – 132–133 с.

4. Равков, Е. В. Адаптивный потенциал белого люпина в условиях Республики Беларусь / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина. – Вестник БГСХА, 2019. Вып.2. – С. 97–100.

5. Якушева, А. С. Оценка люпина на устойчивость к антракнозу: методические указания / А. С. Якушева, Н. Н. Соловьева. – Брянск, 2001 – 17 с.

6. Цыгуткин, А. С. Белый люпин как сельскохозяйственная культура / А. С. Цыгуткин, С. В. Зверев // Хранение и переработка зерна. Научно-практический портал [Электронный ресурс]. – 2014. – № 4 (181). – Режим доступа: <http://hipzmag.com>. – Дата доступа: 16.01.2020.

САХАРНАЯ СВЕКЛА В БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ

Л. Д. ГЛУЩЕНКО, Р. В. ОЛЕПИР, А. И. ЛЕНЬ, Е. А. САМОЙЛЕНКО

Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова
Института свиноводства и АПП НААН,
г. Полтава, Украина, 36014, e-mail: ds.vavilova@ukr.net

(Поступила в редакцию 20.03.2020)

Исследования по изучению динамики урожайности свеклы сахарной проводились на опытном поле Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства НААН Украины в условиях Левобережной Лесостепи Украины, на черноземе типичном. Цель исследований заключается в изучении изменений агрохимических свойств почвы под воздействием природных и антропогенных (бессменный посев, системы удобрений) факторов в условиях Левобережной Лесостепи Украины. В опыте высевали районированные сорта и гибриды свеклы сахарной. Погодные условия за время проведения исследований различались между собой по годам, показатели температуры и осадков за период колебались в широком диапазоне.

Наибольшую урожайность было получено в 1982 г. (38,8–49,1 т/га), а наименьшую – в 1992 г. (5,6–10,0 т/га), в среднем за годы исследований урожайность составляла 21,8–32,3 т/га, в зависимости от системы удобрения. Математический анализ полученных результатов исследований урожайности корнеплодов сахарной свеклы, ее зависимость от системы удобрения, а также погодных условий показал, что их корреляционная связь охватывает широкий диапазон, от прямого до обратного. Удобрения оказывают положительное воздействие на урожайность сахарной свеклы, в зависимости от системы удобрений прибавка составляет 7,0–11,5 т/га.

Анализ динамики агрохимических показателей за 10 лет исследований показал, что они изменялись по всей глубине профиля. Внесение удобрений увеличивало содержание макро- и микроэлементов в почвенном профиле, тем самым улучшая плодородие. Приведенные результаты исследований можно использовать для решения как теоретических вопросов в земледелии, так и практических, влиянии отдельных природных и антропогенных факторов на растение и плодородие почвы.

Ключевые слова: свекла сахарная, бессменный посев, природные и антропогенные факторы, динамика продуктивности.

Studies on the dynamics of yield of sugar beets were conducted on the experimental field of the Poltava State Agricultural Experimental Station named after N. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Sciences of Ukraine in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, on typical black soil. The purpose of research is to study changes in the agrochemical properties of the soil under the influence of natural and anthropogenic (permanent sowing, fertilizer systems) factors in the conditions of Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. In the experiment, zoned varieties and hybrids of sugar beet were sown. Weather conditions during the research varied among themselves over the years, indicators of temperature and precipitation for the period fluctuated over a wide range.

The highest yield was obtained in 1982 (38.8–49.1 t / ha), and the lowest – in 1992 (5.6–10.0 t / ha), the average yield over the years of research was 21.8–32.3 t / ha, depending on the fertilizer system. A mathematical analysis of results of research into the yield of sugar beet root crops, and its dependence on the fertilizer system and weather conditions showed that their correlation relates to a wide range, from direct to reverse. Fertilizers have a positive effect on sugar beet productivity, depending on the fertilizer system, the increase is 7.0–11.5 t / ha.

An analysis of the dynamics of agrochemical indicators over 10 years of research showed that they changed throughout the depth of the profile. Fertilizing increased the content of macro- and microelements in the soil profile, thereby improving fertility.

The above research results can be used to solve both theoretical and practical issues in agriculture, the influence of individual natural and anthropogenic factors on the plant and soil fertility.

Key words: sugar beet, permanent sowing, natural and anthropogenic factors, productivity dynamics.

Введение

Почва есть основным самостоятельным компонентом природной среды и биосферы в целом, ограниченным, незаменимым и трудно восстанавливаемым ресурсом. Почва выполняет важные функции, такие как продуктивность (производство биомассы), экологические (биоэкологические, биоэнергетические, биогеохимические, гидрологические, газо-атмосферные и др.), социальные и информационные. В настоящее время роль и значимость почвы, ее сбалансированное использование, управление, охрана и борьба с деградацией приобрели глобальный уровень [1].

Решения поставленных перед учеными задач по локализации и прекращению отдельных деградационных процессов в агроэкосистемах во многих случаях является узкоспециализированными мероприятиями и потому – ресурсоемкими и не всегда достаточно эффективными [2].

В связи с нестабильным спросом и значительным колебанием цена на сельскохозяйственную продукцию во многих странах мира, в том числе и в Украине, сельхозпроизводители перешли на выращивание 3–5 наиболее рентабельных культур в короткоротационных севооборотах [3, 4].

Проблемы, которые возникают при освоении сокращенных севооборотов, частично можно изу-

чить на основе результатов полученных в стационарных (многолетних) опытах бессменных посевов.

За результатами исследований ведущих ученых было установлено, что повторный посев кукурузы на постоянных делянках можно проводить до 26 лет [8]. Изучением вопроса монокультуры впервые начали заниматься в Ротамстеде (Англия), где с 1843 по 1856 годы было заложено серию стационарных опытов с бессменными посевами пшеницы озимой, кормовых трав и других культур. За 125 лет проведенных исследований продуктивность пшеницы озимой снизилась больше чем в 2 раза, а на вариантах где вносили удобрения урожайность хоть и не уменьшалась, но была значительно ниже, чем в севообороте. В аналогичных исследованиях в Галле (Германия) урожайность ржи через 70 лет снизилась на 63 % [5–10].

В Украине первый опыт по монокультуре был заложен на Полтавском опытном поле в 1884 году директором Б. П. Черепахиным – бессменный посев озимой ржи на темно серой оподзоленной почве. Позже на черноземе типичном на Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции были заложены опыты и с другими культурами [11]. Результаты исследований показали влияние сельскохозяйственных культур на динамику их продуктивности и на плодородие почвы. Причина снижения урожайности не однозначна, так как ее величина во многом зависит от антропогенных и природных факторов [12, 13, 14].

Цель проведенных исследований заключается в изучении изменений агрохимических свойств почвы под воздействием природных (температурный и водный режимы почвы) и антропогенных (бессменный посев, системы удобрений) факторов, которые в той или иной мере влияют на продуктивность культуры в условиях Левобережной Лесостепи Украины.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова ИС и АПП НААН Украины с 1978 по 2012 гг. Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднегумусным тяжелосуглинистым на лессовой породе. Характеризуется следующими агрохимическими и агрофизическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,9–5,2 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 119,1–127,1 мг/кг, подвижного фосфора в уксуснокислой вытяжке (по Чирикову) – 100,0–131,0 мг/кг, обменного калия (по Масловой) – 171,0–200,0 мг/кг. Плотность почвы – 1,05–1,17 г/см³. Наименьшая полевая влагоемкость – 29,2–31,5 %, полная влагоемкость – 39 %. Диапазон активной влаги – около 25 мм. Влажность разрыва капиллярных связей – 20–22 %.

Схема опыта: 1 – без удобрений (контроль); 2, 5 – NPK; 3, 4 – навоз NPK. Общая площадь под опытом – 0,864 га. В дальнейшем для упрощения в тексте варианты будут приводиться по номерам, соответствующим системе удобрения в схеме опыта.

В опыте высевали районированные сорта и гибриды свеклы сахарной: Белоцерковский полигибрид (1978–1982 гг.); Веселоподолянский односемянной 29 (1983–1995 гг.); Ялтушковский односемянной 45 (1996 г.); Веселоподолянский односемянной 29 (1997–2003 гг.); Белоцерковский односемянной 45 (2004–2005 гг.); Ворскла (F₁) (2006–2009 гг.); Веселоподолянский односемянной 29 (2010–2012 гг.). Погодные условия за время проведения исследований различались между собой по годам, показатели температуры и осадков за период колебались в широком диапазоне (табл. 1).

Исходя из приведённых данных следует, что самой высокой средняя температура воздуха за вегетационный период свеклы сахарной (с 1.05 по 1.10), была в 2010 году и составляла +21,6 °С, за сельскохозяйственный год +10,4 °С в 2007 году, тогда как самые низкие температуры за соответствующий период в 1997 году +16,3 °С и в 1985 – +5,6 °С.

Осадки в годы исследований как за вегетационный период, так и в целом за сельскохозяйственный год, выпадали в разных количествах. Так самым засушливый вегетационный период отмечался в 1999 году – 141,8 мм, а наибольшее количество осадков было зафиксировано в 1978 г. – 543,9 мм, за сельскохозяйственный год соответственно в 2012 г. – 339,0 мм и в 1978 г. – 766,3 мм.

Продуктивность сахарной свеклы при ее бессменном выращивании на протяжении 35 лет исследований характеризовалась большой пестротой и была в прямой зависимости, как от антропогенных, так и от природных факторов. Математическая обработка полученных данных и определение непосредственной ее зависимости от системы удобрений, погодных условий за вегетационный период и сельскохозяйственный год в целом, дала возможность установить корреляционную связь между ними, которая охватывает большой спектр – от прямой к обратной.

Таблица 1. Урожайность корнеплодов свеклы сахарной при бесменном выращивании, т/га

Год	Системы удобрения					Средняя температура воздуха, °С		Количество осадков, мм	
	без удобрений (контроль)	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	навоз 20 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	за вегетацию (1.05–1.10.)	за с.-х. год	за вегетацию (1.05–1.10.)	за с.-х. год
1978	39,9	40,9	44,8	51,6	45,7	16,4	6,7	543,9	766,3
1979	22,1	24,2	31,8	31,0	29,3	18,7	7,8	233,2	681,3
1980	28,6	33,3	31,3	32,3	35,8	16,4	6,5	249,3	724,1
1981	18,9	23,7	29,3	31,4	32,5	19,2	8,0	296,1	678,0
1982	38,8	43,2	45,9	49,1	47,0	17,0	8,3	255,5	586,2
1983	32,2	40,4	42,8	38,5	44,1	18,5	8,1	494,4	408,0
1984	10,1	20,0	22,5	27,1	30,9	18,4	8,0	231,9	372,5
1985	26,9	27,7	33,7	32,6	37,2	16,9	5,6	180,4	455,6
1986	16,3	24,5	21,4	21,9	17,4	18,9	9,1	148,8	497,6
1987	23,5	37,7	36,5	39,8	41,0	17,1	7,8	316,1	457,9
1988	14,9	19,5	29,2	28,1	31,2	16,9	7,1	451,0	605,5
1989	21,7	27,7	35,8	34,8	38,0	18,4	9,2	294,9	531,6
1990	29,0	40,5	42,1	40,7	40,4	17,2	9,8	396,2	479,0
1991	14,1	17,9	18,3	20,6	22,0	19,1	8,8	245,4	441,6
1992	5,6	7,2	8,6	8,6	10,0	18,5	9,2	206,7	289,0
1993	13,6	31,2	35,2	37,3	34,9	16,7	7,4	231,2	448,1
1994	22,7	27,2	22,4	21,1	26,0	18,7	7,2	220,4	591,6
1995	28,1	34,9	37,0	39,5	38,0	18,9	9,4	334,0	648,9
1996	—	—	—	—	—	18,9	7,6	266,0	546,6
1997	23,0	31,9	40,0	32,6	38,5	16,3	7,3	390,8	688,7
1998	27,8	37,5	42,1	36,6	42,6	18,5	7,9	152,2	493,7
1999	14,0	14,2	18,2	19,1	15,1	18,8	8,5	141,8	455,9
2000	10,0	34,6	37,0	44,4	44,1	17,0	7,9	342,1	521,3
2001	16,7	22,7	23,1	21,3	22,7	18,0	9,0	292,9	628,6
2002	13,4	21,6	23,0	21,5	23,3	19,2	9,0	299,6	542,6
2003*	—	—	—	—	—	18,5	8,5	325,0	598,0
2004	25,0	37,0	37,0	36,1	39,8	17,4	8,6	405,5	681,4
2005	13,6	19,4	21,9	16,0	19,0	18,8	8,7	196,3	480,6
2006*	—	—	—	—	—	18,9	7,7	230,6	502,9
2007	30,7	40,7	45,6	46,7	46,6	20,2	10,4	390,8	602,8
2008	33,3	38,9	39,8	41,9	43,6	18,1	9,5	259,9	455,5
2009	14,6	17,8	23,7	26,1	18,3	19,3	9,2	225,7	456,9
2010*	—	—	—	—	—	21,6	10,1	290,4	517,8
2011	22,2	26,1	28,4	28,8	22,5	19,7	8,9	224,5	541,6
2012	23,8	27,8	30,1	30,5	24,2	21,5	9,6	200,5	339,0

* урожай не получили.

На неудобренных делянках (контроль) самая низкая урожайность сахарной свеклы была получена в 1992 году – 5,6 т/га, при средней температуре воздуха за вегетацию +18,5 °С, за сельскохозяйственный год +9,2 °С. При этом количество осадков составило 206,7 и 289,0 мм, соответственно. Максимальная урожайность была получена в первый год проведения опыта, а также в 1982 году, и составляла – 39,9 и 38,8 т/га, при средней температуре воздуха за вегетацию и сельскохозяйственный год 16,4; 6,7 и 17,0; 8,4 °С и количеством осадков 543,9; 766,3 и 255,5; 586,2 мм соответственно. Корреляционная связь между приведенными показателями за вегетацию и сельскохозяйственный год в целом была следующей: -0,98; -0,75 (высокая обратная связь) и 0,73; 0,88 (высокая прямая).

В тоже время на удобренных делянках (вариант 2 – N₉₀P₁₁₀K₁₁₀; 3 – N₉₀P₁₁₀K₁₁₀ + навоз 20 т/га; 4 – N₆₀P₄₀K₆₀ + навоз 20 т/га; 5 – N₁₂₀P₁₆₀K₁₆₀) наименьшая урожайность корнеплодов была получена в 1992 году – 7,2; 8,6; 8,6; 10,0 т/га соответственно к варианту. В этом же году средняя температура воздуха за вегетационный период и в целом за сельскохозяйственный год составила +18,5 °С и +9,2 °С, при количестве осадков – 206,7 и 289,0 мм.

Максимальная урожайность свеклы на вариантах № 2, 3, 5 была отмечена в 1982 году и составляла 43,2; 45,8; 47,0 т/га, средняя температура воздуха за вегетацию и сельскохозяйственный год – +17,0 °С и

+8,3 °С, количеством осадков – 255,5 и 586,2 мм. На варианте №4 самая большая урожайность была в 1978 году – 51,6 т/га, при температурном режиме 16,4 и 6,7 °С и количестве осадков 543,9 и 766,3 мм.

Коэффициент корреляции между урожайностью корнеплодов свеклы сахарной (самый низкий и самый высокий), системами удобрений и погодными условиями за разный период времени показал следующую взаимосвязь по вариантам № 2, 3, 4, 5, где этот показатель со средней температурой воздуха за вегетацию и за сельскохозяйственный год находился, соответственно у таких величинах: -0,94; -0,93; -0,94; -0,95 (высокая обратная взаимосвязь), -0,67; -0,67; -0,72; -0,70 (высокая обратная взаимосвязь) и количеством осадков за эти же периоды времени: 0,69; 0,71; 0,78; 0,70 (высокая прямая взаимосвязь), 0,83, 0,84, 0,88, 0,85 (высокая прямая взаимосвязь).

Динамика агрохимических показателей почвы за 10 лет проведения исследований отличалась как по почвенному профилю в отдельности, так и в зависимости от системы удобрений (табл. 2). Содержание азота, фосфора и поглощенных катионов в слое почвы 0–60 см находились практически на одном уровне. Однако следует обратить внимание, что на удобренном фоне, в абсолютных величинах, содержание данных элементов было выше, чем на неудобренном.

Таблица 2. Динамика смены агрохимических показателей почвы при бессменном выращивании свеклы сахарной

Системы удобрения	Горизонт, см	Содержание на абсолютно сухую почву			Гумус, %	рН		Поглощенные катионы, мг-экв./кг				Гидролитическая кислотность, мг-экв./кг
		азот общий, %	по Чирикову, мг/кг			водное	солевое	Ca	Mg	K	Na	
			P ₂ O ₅	K ₂ O								
Без удобрений (контроль)	0–20	<u>0,179</u>	<u>133,1</u>	<u>312,0</u>	<u>5,35</u>	<u>6,48</u>	<u>5,45</u>	<u>341,2</u>	<u>49,4</u>	<u>27,6</u>	<u>5,8</u>	<u>30,9</u>
		0,168	139,5	277,8	5,49	6,19	5,28	333,9	48,8	25,5	5,7	32,6
	20–40	<u>0,262</u>	<u>116,5</u>	<u>182,0</u>	<u>5,38</u>	<u>6,30</u>	<u>5,35</u>	<u>305,3</u>	<u>58,4</u>	<u>25,9</u>	5,1	<u>36,1</u>
Навоз 20 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	0–20	<u>0,183</u>	<u>239,0</u>	<u>296,4</u>	<u>5,50</u>	<u>6,53</u>	<u>5,51</u>	<u>350,6</u>	<u>64,0</u>	<u>20,4</u>	<u>5,7</u>	<u>44,3</u>
		0,185	205,6	345,6	5,62	6,62	5,68	361,8	—	28,8	5,9	38,9
	20–40	<u>0,276</u>	<u>226,7</u>	<u>208,0</u>	<u>5,29</u>	<u>6,45</u>	<u>5,52</u>	<u>334,2</u>	<u>91,6</u>	<u>17,7</u>	<u>4,7</u>	<u>36,1</u>
0–60	40–60	0,265	232,8	216,4	5,36	6,98	5,49	325,9	—	23,5	4,5	33,3
		<u>0,212</u>	<u>93,6</u>	<u>145,6</u>	<u>4,41</u>	<u>6,30</u>	<u>6,88</u>	<u>362,2</u>	<u>59,5</u>	<u>16,3</u>	<u>3,8</u>	<u>23,7</u>
	0,199	101,5	123,8	4,55	6,09	6,77	368,1	—	29,3	4,1	24,8	

Примечание: числитель – 1991 г., знаменатель – 2000 г.

На содержание гумуса, легкогидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия оказывали влияние как системы удобрений (на удобренном фоне эти показатели были выше, чем на неудобренном), так и глубина отбора почвенного образца (в абсолютных величинах на удобренных делянках они превышали те, которые были получены из неудобренных).

Заключение

1. Осадки в годы исследований, как за вегетационный период, так и в целом за сельскохозяйственный год, были неравномерными, и отличались от среднемноголетнего показателя. Аналогичная ситуация отмечалась и с температурный режимом.

2. Урожайность сахарной свеклы при ее бессменном выращивании на черноземе типичном в Левобережной Лесостепи Украины характеризовалась большой пестротой и зависела как от антропогенных, так и от природных факторов.

3. Математический анализ полученных результатов исследований урожайности корнеплодов сахарной свеклы, ее зависимость от системы удобрений, а также погодных условий показал, что их корреляционная связь охватывает широкий спектр: от прямого до обратного.

4. По результатам проведенных агрохимических анализов было установлено, что на удобренных вариантах содержание валовых и подвижных форм основных макроэлементов выше, чем на неудобренных (контроль). В тоже время не зависимо от системы удобрений данные показатели отмечались динамичностью по почвенному профилю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балюк, С. А. Сучасні проблеми деградації ґрунтів та заходи щодо досягнення нейтрального його рівня / С. А. Балюк, В. В. Медведєв, Л. І. Воротинцева, В. В. Шимель // Вісник аграрної науки. – №8. – 2017. – С. 5–11.
2. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. – К., 2002. – 62 с.
3. Браженко, І. П. Польові сівозміни з короткою ротацією в східному Лісостепу / І. П. Браженко, В. В. Гангур, І. В. Крамаренко, О. І. Лень, К. П. Удовенко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2008 – №3. – С. 25–30.

4. Бойко, П. І. Кукурудза в інтенсивних сівозмінах / П. І. Бойко. – К.: Урожай, 1990. – 144с.
5. Бондарева, В. Ю. Возделывание кукурузы на зерно в насыщенных севооборотах и бессменных посевах / В. Ю. Бондарева – М.: Агропромиздат, 1986. – 49 с.
6. Kohan A. V. Unique experiment global agriculture in the Poltava region – long-term winter rye cultivation / A. V. Kohan, L. D. Hlushchenko, V. V. Hanhur, O. A. Samoylenko, O. I. Len, R. V. Olepir, S. M. Kalinichenko, L. V. Kavalir // *Agricultural science and practice*. – 2017 – Vol. 4 No.1 – P. 63–69.
7. Глушенко, Л. Д. Продуктивність жита озимого за беззмінного вирощування / Л. Д. Глушенко, А. В. Кохан, В. В. Гангур, Р. В. Олєпір, О. І. Лєнь, С. Г. Брегеда // *Агроєкологічний журнал* – 2018. – № 2. – С. 61–67.
8. Лебедь, Е. М. Длительное взаимодействие кукурузы на одном месте / Е. М. Лебедь, Н. Л. Трулевич, Б. Г. Соляник // *Кукуруза*. – 1983. – №3. – С. 20–21.
9. Jenkinson, D. S. (1991) The Rothamsted long – term eksperimntns: are they still of ust?, *Agronomy Journal*, 83,2–10.
10. Chmielewski F.- M. Impakct of climate changes on crop yields jf winter rye in Halle (southeastern Germany), 1901 to 1980 // *Climate Research*. – Vj1.2: 1992, P. 23–33.
11. Довгострокові стаціонарні польові досліди України: реєстр атестатів, за ред. П. І. Коваленка, В. І. Кисіля, М. В. Лісового. – Харків – 2006. – 119 с.
12. Глушенко, Л. Д. Вплив природних і антропогенних факторів на динаміку органічної речовини ґрунту та рівень продуктивності пшениці озимої за беззмінного вирощування / Л. Д. Глушенко, А. В. Кохан, Р. В. Олєпір, О. І. Лєнь // *Матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. з міжнародною участю [«Наслідки аварії на ЧАЕС: реалії сьогодення»]*, (Житомир, 25–27 березня 2019 р.). – Житомир: Вид. О. О. Євнюк. –2019.– С. 111–116.
13. Кохан, А. В. Вплив природних та антропогенних факторів на рівень продуктивності кукурудзи на зерно за беззмінного вирощування / А. В. Кохан, Л. Д. Глушенко, Р. В. Олєпір, О. І. Лєнь, О. А. Самойленко // *Матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. [«Інноваційні технології в умовах зміни клімату»]*, (Полтава, 12 червня 2019 р.) – Полтава / Полтавська ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН, НУБІП, Укр. лабор. якості і безпеки продукції АПК. –Полтава. ПП «Астрая». – 2019. –С. 63–65.
14. Кохан, А. В. Продуктивність різних сортів і гібридів кукурудзи за беззмінного їх вирощування / А. В. Кохан, Л. Д. Глушенко, Р. В. Олєпір, О. І. Лєнь, О. А. Самойленко // *Вісник аграрної науки*. –2019. –№ 10. –С. 18–23.

АГРОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

М. Л. РАДКЕВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: rml0916@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.04.2020)

В статье сообщаются результаты исследования различных доз минеральных удобрений, применения бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроудобрений при возделывании люпина узколистного сортов зернового направления Першацвет и Ян. Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна у сортов Першацвет и Ян отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного у изучаемых сортов достигалась при включении в предпосевную обработку кобальта в хелатной форме, урожайность составила соответственно 31,6 29,4 и ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,6 и 7,2 кг. Высокоэффективным приемом является обработка посевов люпина узколистного жидким комплексным удобрением для бобовых культур в фазу бутонизации. У изучаемых сортов получена прибавка урожайности относительно фонового варианта (+3,7 ц/га сорт Першацвет и +4,1 ц/га сорт Ян), при высоких показателях коэффициента энергоотдачи и рентабельности. Применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии. У сорта Першацвет наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно, при рентабельности 83,3 и 84,3 %. У сорта Ян максимальная рентабельность (56,8 %) была в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта.

Ключевые слова: люпин узколистный, микроудобрения, бактериальные удобрения, регуляторы роста растений, окупаемость, энергетическая эффективность, рентабельность.

The article presents results of research into various doses of mineral fertilizers, the use of bacterial fertilizers, growth regulators and micronutrient fertilizers during the cultivation of narrow-leaved lupine varieties of grain direction Pershatsvet and Ian. The highest agronomic payback efficiency of 1 kg of NPK per kg of grain in Pershatsvet and Ian varieties was observed on average for 3 years in variants using microelements for seed incrustation. The maximum yield of narrow-leaved lupine grain in the studied varieties was achieved when cobalt in chelate form was included in the pre-sowing treatment, the yield was 3.16 and 2.94 t / ha, respectively, and also there was the highest payback of 1 kg of NPK – 9.6 and 7 kg of grain, according to the variants of the experiment. A highly effective method is the treatment of crops of narrow-leaved lupine with liquid complex fertilizer for legumes in the budding phase. For the studied varieties, an increase in the yield compared to background variant was obtained (+0.37 t / ha for variety Pershatsvet and +0.41 t / ha for variety Ian), with high rates of energy transfer coefficient and profitability. The use of plant growth regulators, bacterial fertilizers and microelements against the background of mineral fertilizers is effective, since along with an increase in yield they provide a reduction in total energy costs. The Pershatsvet variety has the highest cost of increase, production costs and net income were noted in variants using the chelated form of cobalt and copper sulfate, which amounted to 165.6, 90.4, 75.2 dollar / ha and 163.3, 88.6, 74.7 dollar / ha, respectively, with a profitability of 83.3 and 84.3 %. In Ian variety, the maximum profitability (56.8 %) was in the variant with the inclusion of chelated form of cobalt in the pre-sowing treatment of seeds.

Key words: narrow-leaved lupine, micronutrient fertilizers, bacterial fertilizers, plant growth regulators, payback, energy efficiency, profitability.

Введение

На современном этапе развития агропромышленного комплекса Беларуси значительное внимание уделяется проблеме обеспеченности достаточным количеством кормового белка и снижению затрат на его производство [1]. Дефицит белка в кормопроизводстве различных стран по экспертным оценкам составляет 20–25 % от общей потребности [2, 3]. Выращивание разных видов зернобобовых культур будет покрывать потребности не только в кормовом белке, но и в пищевом.

Расширение площади посевов такой ценной культуры как люпин узколистный, будет способствовать не только решению проблемы дефицита кормового белка, но благодаря его уникальным биологическим особенностям, и повышению плодородия почвы с одновременным улучшением ее физического, агрохимического и фитосанитарного состояния.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению в производство ресурсосберегающих систем удобрений сельскохозяйственных культур [4]. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, являются удобрения [5]. Одним из резервов повышения урожайности с.-х. культур, в том числе и зернобобовых, является широкое внедрение в технологии возделывания микроудобрений. Интерес представляет применение регуляторов роста растений, использование которых позволит повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и будет способствовать увеличению урожайности. В настоящее время все большую популярность получают использование в технологии возделывания культуры элементов биологического земледелия, позволя-

ющие при наличии высокого сортового потенциала обеспечить увеличение продуктивности растений. Одним из таких широко внедряемых элементов являются микробиологические удобрения [6].

Таким образом, с точки зрения энергосберегающей и экологически безопасной технологии возделывания перспективными приемами повышения продуктивности люпина узколистного является применение регуляторов роста, бактериальных удобрений, макро- и микроудобрений [7]. В связи с этим целью исследований было изучение эффективности макро- и микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений при возделывании люпина узколистного.

Основная часть

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения минеральных удобрений, совместного применения бактериальных удобрений, регулятора роста и микроэлементов в предпосевной обработке семян люпина узколистного на урожайность и качественный состав зерна. Объектом исследований являлись сорта люпина узколистного зернового направления Першацвет и Ян.

На территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2011–2013 гг. были заложены полевые опыты. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: низким и средним содержанием гумуса (1,48–1,69 %), повышенным и средним – подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низким и средним содержанием меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг) соответственно, низким содержанием Со (0,55–0,6 мг/кг) и $Mn_{обм.}$ (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (рН KCl -6,13-6,2), средней степенью окультуренности (ИО=0,71).

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) рекомендуемая современными технологическими регламентами [8]. Предшественник – яровые зерновые. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м².

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах $N_{30}P_{30}K_{90}$. В опытах применялись карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные удобрения вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2 % – ный раствор $NaKMnO_4$. Для инкрустации семян применялись различные формы микроэлементов в виде солей: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (после стабилизации гидроксидом аммония), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – Cu(хелат), Zn(хелат), Со(хелат). Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводился регулятор роста Эпин и бактериальные удобрения (Фитостимифос и Сапронит). Одним из вариантов опыта являлась некорневая подкормка ЖКУ для бобовых.

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании люпина узколистного применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов характеризовалось различными показателями агроэкономической эффективности. Применение минеральных удобрений до посева в дозе 150 кг NPK увеличивало урожайность зерна люпина узколистного сорта Першацвет на 2,3 ц/га по сравнению с контролем (табл. 1). Внесенные азотных и калийных удобрений способствовало возрастанию урожайности зерна на 3,2 ц/га.

Таблица 1. Агрономическая эффективность применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов в посевах люпина узколистного сортов зернового направления

Вариант	Сорт Першацвет			Сорт Ян		
	урож., ц/га среднее 2011-2013 гг.	прибавка к контролю, ц/га	окупае- мость 1 кг NPK, кг зерна	урож., ц/га среднее 2011-2013 гг.	прибавка к контро- лю, ц/га	окупае- мость 1 кг NPK, кг зерна
1. Контроль (без удобрений)	17,2	–	–	18,6	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	19,5	+2,3	1,5	20,9	+2,3	1,5
3. $N_{30}K_{90}$	20,6	+3,4	2,8	21,0	+2,4	2,0
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит	20,8	+3,6	2,4	22,0	+3,4	2,3
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	22,9	+5,7	3,8	23,2	+4,6	3,1
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	26,6	+9,4	6,3	27,3	+8,7	5,8
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	24,1	+6,9	4,6	23,3	+4,7	3,1
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	24,2	+7,0	4,7	23,7	+5,1	3,4
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	31,4	+14,2	9,5	27,3	+8,7	5,8
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	27,9	+10,7	7,1	26,6	+8,0	5,3
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	24,2	+7,0	4,7	25,7	+7,1	4,7
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	27,2	+10,0	6,7	26,5	+7,9	5,3
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	25,8	+8,6	5,7	26,1	+7,5	5,0
14. (ФОН)+ Со(хелат)	31,6	+14,4	9,6	29,4	+10,8	7,2
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	28,6	+11,4	7,6	28,0	+9,4	6,3
НСР ₀₅	1,5–1,6			1,5–1,7		

Урожайность зерна в фоновом варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин составила 22,9 ц/га. Некорневая подкормка ЖКУ 5-7-10 для бобовых в фазу бутонизации обеспечивала получение урожайности зерна в 26,6 ц/га, прибавка к контролю составила 9,4 ц/га, к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин 3,7 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 6,3 кг зерна.

Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Так на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин она составляла от 4,7 кг/кг до 9,6 кг/кг. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного сорта Першацвет достигалась при включении в предпосевную обработку сульфата меди и кобальта в хелатной форме, урожайность в данных вариантах составила соответственно 31,4 и 31,6 ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,5 и 9,6 кг.

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность люпина узколистного сорта Ян колебалась от 18,6 ц/га в варианте без удобрений до 29,4 ц/га в варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос+ сапронит+ эпин+ Co(хелат). Окупаемость 1 кг NPK кг зерна составила 1,5–7,2 кг зерна. Применение меди и цинка в минеральной и хелатной формах обеспечивало получение урожайности зерна 25,7–27,3 ц/га. Высокая окупаемость 1 кг NPK кг зерна была при применении сульфата марганца, которая составила 6,3 кг, урожайность 28 ц/га.

Объективное и долгосрочное представление об эффективности используемых приемов дает расчет энергетической эффективности. Важно разрабатывать и использовать энергосберегающие технологии, при которых меньше затрачивается энергии на производство растениеводческой продукции [9].

В вариантах $N_{30}P_{30}K_{90}$ и $N_{30}K_{90}$ у сорта Першацвет показатели общих и удельных энергозатрат составили 5285,52 и 4191,84 МДж/га и 2298,49 и 1746,00 МДж/га, коэффициент энергоотдачи – 0,78 и 1,03 (табл. 2). В фоновом варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин в сравнении с вариантом без удобрений общие и дельные энергозатраты составили 5960,42 МДж/га и 1295,74 МДж/га, энергетический коэффициент – 1,39. Обработка посевов люпина узколистного ЖКУ увеличивала общие энергозатраты по сравнению с фоном на 1201,3 МДж/га, удельные энергозатраты снизились на 472,55 МДж/га, а коэффициент энергоотдачи увеличился на 0,8.

Таблица 2. Энергетическая эффективность применения минеральных удобрений в посевах люпина узколистного в среднем за три года исследований, (2011–2013 гг.)

Варианты	Прибавка ц/га	Содержание энергии в прибавке урожая, МДж/га	Общие энергозатраты, МДж/га	Удельные энергозатраты, МДж/ц	Коэффициент энергоотдачи
Сорт Першацвет					
1. контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	2,3	4149,20	5286,52	2298,49	0,78
3. $N_{30}K_{90}$	3,4	4329,60	4191,84	1746,60	1,03
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	3,6	6133,60	5608,82	1649,65	1,09
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	5,7	8298,40	5960,42	1295,74	1,39
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	9,4	15694,80	7161,72	823,19	2,19
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	6,9	8478,80	5989,72	1274,41	1,42
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	7,0	9200,40	6106,92	1197,44	1,51
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	14,2	15694,80	7161,72	823,19	2,19
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	10,7	14432,00	6956,62	869,58	2,07
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	7,0	12808,40	6692,92	942,66	1,91
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	10,0	14251,60	6927,32	876,88	2,06
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	8,6	13530,00	6810,12	908,02	1,99
14. (ФОН)+ Co(хелат)	14,4	19483,20	7777,02	720,09	2,51
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	11,4	16957,60	7366,82	783,70	2,30
Сорт Ян					
1. контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	2,3	4149,20	5286,52	2298,49	0,78
3. $N_{30}K_{90}$	2,4	4329,60	4191,84	1746,60	1,03
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	3,4	6133,60	5608,82	1649,65	1,09
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	4,6	8298,40	5960,42	1295,74	1,39
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	8,7	15694,80	7161,72	823,19	2,19
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	4,7	8478,80	5989,72	1274,41	1,42
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	5,1	9200,40	6106,92	1197,44	1,51
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	8,7	15694,80	7161,72	823,19	2,19
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	8,0	14432,00	6956,62	869,58	2,07
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	7,1	12808,40	6692,92	942,66	1,91
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	7,9	14251,60	6927,32	876,88	2,06
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	7,5	13530,00	6810,12	908,02	1,99
14. (ФОН)+ Co(хелат)	10,8	19483,20	7777,02	720,09	2,51
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	9,4	16957,60	7366,82	783,70	2,30

Во всех исследуемых вариантах с применением микроудобрений наблюдается превышение энергии, полученной в прибавке урожая, над энергозатратами на производство, хранение, транспортировку и вне-

сение минеральных удобрений, а также на доработку дополнительного урожая зерна – энергоотдача составила 1,91–2,51 ед. Максимальный коэффициент энергоотдачи в исследованиях (2,51 ед) получен при обработке семян инкрустационным составом, состоящим из бактериальных удобрений Сапронит и Фитостимифос, регулятора роста растений Эпин и хелатной формы кобальта на фоне N₃₀P₃₀K₉₀.

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии. Так, на производство 1 ц зерна сорта Ян в среднем за 3 года исследований затраты снизились с 2298,49 до 720,09 МДж. Наибольшее содержание энергии в прибавке урожая и общие энергозатраты у сорта Ян (19483,20 и 7777,02 Мдж/га) были в варианте с применением Со(хелат) на фоне N₃₀P₃₀K₉₀+фитостимифос+сапронит+эпин, энергетический коэффициент в данном варианте опыта составил 2,51. При применении сульфата марганца удельные энергозатраты снизились на 39,6 % относительно фонового варианта.

Эффективность производства зерна люпина узколистного, как и любой сельскохозяйственной культуры, зависит от урожайности в сопоставлении с производственными затратами. Чем больше разница между ценой и себестоимостью единицы продукции, тем выше прибыль и уровень рентабельности [10].

Расчет затрат на производство зерна люпина узколистного выполнен в соответствии с методикой определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений [11]. Стоимость всей полученной прибавки и чистый доход рассчитаны в ценах на 01.12.2019 года, выражены в условных единицах (долларах США) и позволяют определить более выгодные варианты систем удобрения (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений, микроэлементов, регуляторов роста и бактериальных удобрений в посевах люпина узколистного сорта, в среднем за три года исследований, (2011–2013 гг.)

Варианты	Прибавка ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
Сорт Першацвет					
1. Контроль (без удобрений)					
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	2,3	26,5	50,3	-	-
3. N ₃₀ K ₉₀	3,4	39,1	29,3	9,8	33,2
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	3,6	41,4	56,1	-	-
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	5,7	65,6	66,7	-	-
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	9,4	108,1	77,0	31,1	40,4
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	6,9	79,4	69,7	9,7	13,9
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	7,0	80,5	69,9	10,6	15,1
9. (ФОН)+CuSO ₄ *5H ₂ O	14,2	163,3	88,6	74,7	84,3
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	10,7	123,1	84,9	38,1	44,9
11. (ФОН)+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	7,0	80,5	70,5	10,0	14,2
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	10,0	115,0	78,7	36,3	46,1
13. (ФОН)+ Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	8,6	98,9	74,9	24,0	32,1
14. (ФОН)+ Co(хелат)	14,4	165,6	90,4	75,2	83,3
15. (ФОН)+ MnSO ₄ *5H ₂ O	11,4	131,1	81,5	49,6	60,9
Сорт Ян					
1. контроль (без удобрений)	-				
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	2,3	26,5	47,2	-	-
3. N ₃₀ K ₉₀	2,4	27,6	23,8	3,8	16,2
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	3,4	39,1	52,1	-	-
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	4,6	52,9	61,8	-	-
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	8,7	100,1	73,1	26,9	36,8
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	4,7	54,1	62,0	-	-
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	5,1	58,7	63,0	-	-
9. (ФОН)+CuSO ₄ *5H ₂ O	8,7	100,1	72,7	27,3	37,6
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	8	92,0	76,0	16,0	21,0
11. (ФОН)+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	7,1	81,7	68,6	13,1	19,1
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	7,9	90,9	71,3	19,5	27,4
13. (ФОН)+ Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	7,5	86,3	70,0	16,3	23,2
14. (ФОН)+ Co(хелат)	10,8	124,2	79,2	45,0	56,8
15. (ФОН)+ MnSO ₄ *5H ₂ O	9,4	108,1	74,3	33,8	45,4

Люпин узколистный отмечается слабой отзывчивостью на применение минеральных удобрений. В варианте N₃₀P₃₀K₉₀ у сорта Першацвет были самые низкие показатели стоимости прибавки (26,5 долл./га). Применение только азотных и калийных удобрений в дозе N₃₀K₉₀ повышало стоимость прибавки и чистый доход на 12,6 и 9,8 долл./га, рентабельность данного варианта составила 33,2 %.

Применение микроэлементов во всех вариантах опыта обеспечивало получение чистого дохода и было рентабельным, величина данного показателя по вариантам опыта с микроэлементами находилась в пределах 14,2–83,3 %. Наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно.

Обработка посевов люпина узколистного сорта Ян жидким комплексным удобрением для бобовых на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+ сапронит+эпин обеспечила возрастание стоимости прибавки на 47,2 долл./га, чистого дохода – на 26,9 долл./га и рентабельности – на 36,8 %. Максимальная рентабельность (56,8 %) наблюдалась в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта. Повышалась экономическая эффективность применения удобрений и при инкрустации семян сульфатом марганца, чистый доход и рентабельность в данном варианте составили соответственно 33,8 долл./га и 45,4 %.

Заключение

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов в посевах люпина узколистного характеризовалось различными показателями агроэкономической эффективности.

Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна у сортов Першацвет и Ян отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного у изучаемых сортов достигалась при включении в предпосевную обработку кобальта в хелатной форме, урожайность составила соответственно 31,6 29,4 и ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,6 и 7,2 кг.

Применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии.

У сорта Першацвет наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно, при рентабельности 83,3 и 84,3 %. У сорта Ян максимальная рентабельность (56,8 %) была в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цеван, В. Н. Содержание и сбор белка у номеров желтого и узколистного люпина в контрольном питомнике / В. Н. Цеван, Г. И. Тарануха // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2012. – №1. – С. 59–64.
2. Цеван, В. Н. Урожайность и содержание белка в семенах образцов люпина узколистного и желтого в конкурсном испытании / В. Н. Цеван, Г. И. Тарануха // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2012. – №2. – С. 63–70.
3. Шелюто, А. А. Формирование урожайности люцерны посевной в зависимости от агрометеорологических условий в северо-восточном регионе Беларуси / А. А. Шелюто, М. В. Гулый // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2012. – №1. – С. 35–42.
4. Применение новых форм удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 34 с.
5. Вильдфлуш, И. Р. Продуктивность и баланс элементов питания в звене севооборота кукуруза-яровая пшеница-горох в зависимости от применяемых систем удобрения / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, И. В. Михалева // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2012. – №2. – С. 30–34.
6. Порхунцова, О. А. Эффективность применения микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя двурядного ярового типа / О. А. Порхунцова // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2020. – №1. – С. 111–117.
7. Персикова, Т. Ф. Оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2014. – №2. – С. 117–121.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларусь. наука, 2012. – 288 с.
9. Агрохимия и система применения удобрений: учебно-методическое пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
10. Цыганов, А. Р. Агрономическая и экономическая эффективность применения бактериальных препаратов при возделывании гречихи сорта лакнея / А. Р. Цыганов, И. В. Полховская // *Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад.* – 2016. – №3. – С. 91–95.
11. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевич. – Минск: РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии», 2010 – 24 с.

ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЯ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

А. Ф. МИНАКОВСКИЙ, О. С. ИГНАТОВЕЦ, В. И. ШАТИЛО, Д. С. СЕРГИЕВИЧ

УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

В. Н. БОСАК

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by

(Поступила в редакцию 04.04.2020)

Фосфор относится к основным питательным макроэлементам, которые обеспечивают рост и развитие растений, ускорение образования репродуктивных органов и созревание растений, формирование высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур с благоприятным качеством товарной продукции. Фосфор участвует практически во всех основных метаболических процессах в растении. Наибольшую питательную ценность для сельскохозяйственных культур имеют легкоусвояемые соединения фосфора из почвы и удобрений.

Одним из перспективных направлений улучшения фосфорного питания сельскохозяйственных культур является биологическая фосфатмобилизация с помощью автохтонных почвенных микроорганизмов, способствующая переводу трудно-растворимых соединений фосфора из почвы и удобрений в доступные для культурных растений формы.

В совместных исследованиях УО «Белорусский государственный технологический университет» и УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» отобраны и определены наиболее активные штаммы автохтонных почвенных фосфатмобилизующих микроорганизмов, а также изучена возможность применения различных типов сапропеля для активации их деятельности.

В результате совместных исследований установлено, что из выделенных из почвы 16 штаммов различных групп фосфатмобилизующих микроорганизмов лучшей фосфатмобилизующей способностью обладали штаммы M8.1, M10 и M16.1. Выделенные штаммы микроорганизмов относятся к широко распространенным почвенным бактериям родов *Bacillus* sp. и *Pseudomonas* sp.

В качестве источника углерода для культивирования фосфатмобилизующих микроорганизмов наряду с другими органическими источниками может использоваться также сапропель. Концентрация карбонатного сапропеля в культуральной жидкости в размере 3% была оптимальной для поддержания высокой фосфатмобилизующей активности почвенных бактерий.

Ключевые слова: фосфор, биологическая фосфатмобилизация, почвенные микроорганизмы, сапропель.

Phosphorus is one of the main macronutrients that ensure the growth and development of plants, accelerate the formation of reproductive organs and the maturation of plants, the formation of high and sustainable crop yields with favorable quality of marketable products. Phosphorus is involved in almost all major metabolic processes in the plant. Easily digestible phosphorus compounds from soil and fertilizers have the greatest nutritional value for crops.

One of the promising directions for improving the phosphorus nutrition of crops is biological phosphate mobilization using autochthonous soil microorganisms, which contributes to the conversion of insoluble phosphorus compounds from soil and fertilizers to forms available for cultivated plants.

*In joint studies of Belarusian State Technological University and Belarusian State Agricultural Academy, the most active strains of autochthonous soil phosphate mobilizing microorganisms were selected and identified, and the possibility of using various types of sapropel to activate their activities was studied. As a result of joint research, it was found that of the 16 strains of various groups of phosphate mobilizing microorganisms isolated from the soil, strains M8.1, M10 and M16.1 had the best phosphate mobilizing ability. The isolated microorganism strains belong to the widespread soil bacteria of the genera *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp.*

Sapropel can also be used as a carbon source for the cultivation of phosphate mobilizing microorganisms along with other organic sources. The concentration of carbonate sapropel in the culture fluid in the amount of 3 % was optimal for maintaining high phosphate mobilizing activity of soil bacteria.

Key words: phosphorus, biological phosphate mobilization, soil microorganisms, sapropel.

Введение

Фосфор, наряду с азотом и калием, относится к важнейшим макроэлементам, используемым для роста и развития растений. Фосфор содержится в клеточной протоплазме, входит в состав хромосом, нуклеиновых кислот, фосфатидов, некоторых витаминов, эфира, фитина, других органических веществ и участвует практически во всех основных метаболических процессах растений, включая фотосинтез и дыхание, передачу и запасание энергии, молекулярный биосинтез и трансдукцию сигналов, а также фиксацию азота в бобовых культурах [1–3].

Несмотря на то, что фосфор содержится в почвах в неорганических и органических формах в достаточном количестве (содержание валового фосфора в дерново-подзолистых почвах составляет от

0,06 до 0,16 %), он является лимитирующим фактором роста растений, поскольку преимущественно находится в труднодоступных для растений соединениях.

Классическим методом повышения концентрации легкодоступного водорастворимого фосфора в зоне ризосферы сельскохозяйственных растений является внесение фосфорных удобрений в виде растворимых солей ортофосфорной кислоты. Однако водорастворимые фосфорные удобрения имеют высокую себестоимость, которая обусловлена использованием импортного сырья, а также больших количеств серной и азотной кислот при их переработке [4–9].

Самым дешевым фосфорным удобрением является фосфоритная мука, получаемая из низкопроцентных фосфоритов путем размола фосфорита до состояния тонкой муки. Фосфор в ней содержится в виде соединений фторапатита, гидроксилapatита, карбонатапатита (находится в основном в форме трехкальциевого фосфата $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Эти соединения не растворимы в воде и слабых кислотах и слабо доступны для большинства растений [3].

Наиболее выгодным и экологически безопасным приемом активации низкосортных фосфоритов является применение микроорганизмов, способных высвобождать фосфаты из низкосортных фосфоритов в почвенный раствор в пределах ризосферной зоны сельскохозяйственных культур [10–18].

Способность к мобилизации труднодоступного фосфата характерна для широкого круга почвенных микроорганизмов, таких как аэробные, анаэробные и факультативно анаэробные грамположительные и грамотрицательные бактерии, в основном с палочкообразной формой клетки, спорообразующие и аспорогенные, а также грибы, психротолерантные и психрофильные.

Для культивирования микроорганизмов необходим источник углерода (например глюкоза или сахараза в среде Муромцева для культивирования фосфатмобилизующих бактерий). В качестве источника углерода наряду с другими органическими источниками может использоваться и сапрпель – донные отложения пресноводных водоемов, ресурсы которого в Республике Беларусь достаточно высоки [3, 19–23].

В различных типах сапрпелей (органический, карбонатный, кремнеземистый, смешанный) можно выделить три составляющие компонента: органическую, минеральную, а также биологически активную, которые взаимодействуют друг с другом.

Органическое вещество сапрпели представляет собой совокупность растительных и животных остатков, а также продуктов их распада. В его состав входят продукты гидролиза биополимеров, полимерные соединения, образовавшиеся в процессе биотической и абиотической деструкции, продукты синтеза органических веществ, а также продукты жизнедеятельности микроорганизмов – витамины и другие биологически активные вещества.

Органическое вещество сапрпели, характеризуется низким содержанием углерода (6–47 %) и достаточно высоким содержанием кислорода (23–39 %). В то же время в сравнении с торфом, органическое вещество сапрпелей отличается повышенным содержанием азота (4–6%) и водорода (5–9 % масс.). Групповой состав органического вещества сапрпели представлен битумоидами, гуминовыми веществами, легкогидролизуемыми (углеводный комплекс) и трудногидролизуемыми (целлюлозные и лигнинные компоненты) веществами, негидролизуемым остатком.

Биологически активный компонент сапрпели включает в себя целый комплекс разнообразных веществ: азотистые и гормоноподобные соединения, ферменты, каротины, пигменты, органические кислоты и спирты и др.

В минеральной компоненте сапрпелей содержатся SiO_2 и CaO , а также соединения железа, магния, калия, алюминия, серы, фосфора и других макроэлементов и микроэлементов.

Цель исследования – изучить возможность применения сапрпели в качестве источника углерода для активации деятельности фосфатмобилизующих микроорганизмов.

Основная часть

Исследования по изучению применения сапрпели в качестве источника углерода для активации деятельности фосфатмобилизующих микроорганизмов проводили в совместных исследованиях УО «Белорусский государственный технологический университет» и УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на протяжении 2019–2020 гг.

В качестве источников нерастворимых соединений фосфора использовали Вятско-Камский фосфорит (Россия), содержащий 23,0 % мас. P_2O_5 и фосфорит месторождения Хурибга (Марокко), содержащий 31,6 % мас. P_2O_5 .

В качестве образцов сапрпелей были отобраны образцы двух основных типов: кремнеземистый (озеро Дикое, Петриковский район) и карбонатный (месторождение Дитва, Лидский район).

Выделение фосфатмобилизирующих бактерий проводили из ризосферы растений, растущих на бедных дерново-подзолистых почвах. Выбор места отбора проб вызван присутствием в таких почвах большого количества нерастворимых фосфатов в минеральной и органической форме, что обуславливает наличие разнообразных фосфатмобилизирующих микроорганизмов в отобранных пробах почвы. Всего в ходе эксперимента исследовано три пробы почв.

Для выделения преимущественно фосфатмобилизирующих бактерий использовали главный селективный фактор – отсутствие в питательной среде водорастворимых фосфатов, что обуславливает преимущественное развитие микроорганизмов, способных переводить нерастворимые фосфаты в растворимую форму. Для создания селективных условий при выделении в качестве единственного источника фосфора использовали фосфатную руду Вятско-Камского месторождения, отмытую от водорастворимых фосфатных примесей.

Выделение почвенных бактерий производили высевом методом Коха почвенной суспензии на питательный агар из разведения 10^{-5} , инкубировали 24 часа при температуре 30 °С [24–25].

Применение питательного агар-агара обусловлено полноценностью данной среды. Его состав обеспечивает питательные потребности большинства бактерий. Однако при высевах колоний выделенных бактерий с питательного агара на глюкозо-аммонийную среду некоторые бактерии совсем не образовывали колоний или наблюдался замедленный рост выделенных культур, что обусловлено наличием в питательном агаре водорастворимого фосфата. Кроме того, использование питательного агара затрудняет выявление наличия гало вокруг колоний. Поэтому в дальнейших исследованиях была использована ГАА среда, в которой фосфор был представлен только в виде фосфата кальция.

В результате исследований на первом этапе было выделено и расчищено 16 штаммов бактерий.

На следующем этапе произвели отбор наиболее активных фосфатмобилизирующих бактерий и произвели оценку их активности, при высевах на поверхность плотной среды, содержащей фосфат кальция. При этом степень фосфатмобилизирующей активности определяли по индексу растворимости фосфата.

На основе индекса растворимости фосфата, выделенные почвенные бактерии разделили на две группы. К первой группе относятся бактерии, которые показали индекс растворимости фосфата более 1,5, таких оказалось 8 штаммов. Остальные относятся ко второй группе, у них индекс растворимости фосфата <1,5 или вовсе не определился.

Наибольший интерес для дальнейших исследований представляли бактерии, относящиеся к первой группе. Индекс растворимости фосфата представлен в табл. 1.

Таблица 1. Результат оценки активности фосфатмобилизирующих бактерий

Номер штамма	Диаметр «бляшки», $d_{бл}$, мм	Диаметр гало, d_r , мм	Индекс растворимости фосфата $d_r/d_{бл}$
M1.1	6	16,8	2,8
M1.2	10	17,0	1,7
M1.3	5	8,0	1,6
M5	7	10,0	1,4
M6	7	12,0	1,7
M8.1	5	21,0	4,3
M8.2	7	10,0	1,4
M10	5	24,0	4,8
M12.1	5	6,4	1,3
M12.2	6	10,2	1,7
M16.1	5	20,0	4,0

Результаты исследований показали, что наиболее активными фосфатмобилизаторами оказались штаммы M8.1, M10 и M16.1.

Для характеристики выделенных фосфатмобилизирующих бактерий произвели исследования включающие окраску по Граму, изучение морфологии и культуральных признаков.

Согласно данным исследования морфологии клеток и культуральных признаков, выделенные фосфатмобилизирующие бактерии можно отнести к разным группам микроорганизмов, что свидетельствует о широкой распространенности фосфатмобилизирующей активности среди почвенных бактерий.

Более точным методом определения фосфатмобилизирующей активности бактерий является метод, заключающийся в культивировании фосфатмобилизирующих бактерий в жидкой среде в присутствии сырья, содержащего минеральный фосфор и определении накопления фосфата в культуральной жидкости, на основе спектрофотометрического метода [26].

В табл. 2 представлены результаты исследования динамики накопления фосфата в жидкой среде под действием наиболее активных фосфатмобилизирующих бактерий. В качестве источника нерастворимого фосфата использовали Вятско-Камскую фосфоритную муку.

Таблица 2. Динамика накопления фосфата в жидкой среде наиболее активными штаммами фосфатмобилизирующих бактерий

Номер штамма	Концентрация фосфата в КЖ С(PO ₄ ⁻³), ммоль/л		
	1 день	3 день	5 день
Контроль	0,013	0,122	0,309
<i>Pseudomonas sp.</i> M1.1	0,151	0,675	0,932
<i>Pseudomonas sp.</i> M8.1	0,883	1,527	2,848
<i>Bacillus sp.</i> M10	0,987	3,536	–
<i>Bacillus sp.</i> M16.1	0,632	2,084	–

Во всех случаях в ходе культивирования проб для определения динамики накопления фосфата наблюдали подкисление культуральной жидкости: от нейтральной в первый день до pH 4,6–5,7 в пятый день, что свидетельствует о возможном участии органических кислот в процессе мобилизации фосфата из фосфоритов.

На пятый день культивирования штаммов M10 и M16.1 невозможно было измерить показания оптической плотности культуральной жидкости в смеси с реактивом, так как даже при разведении образца в 4 раза наблюдалось выпадение осадка, что делало применение спектрофотометрического метода для измерения непригодным.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что из выделенных и исследованных бактерий наибольшей фосфатмобилизирующей активностью обладают штаммы M8.1, M10 и M16.1, относящиеся к широко распространенным почвенным бактериям таких родов, как *Bacillus sp.* и *Pseudomonas sp.*

Для подбора оптимальных условий культивирования бактерий, способных осуществлять перевод нерастворимого фосфора в подвижный, а также последующем выявлении концентрации сапропеля, при которой наблюдается ингибирование роста, в качестве тест-культуры был выбран штамм *Bacillus sp.* M10 как самый активный, на основании данных, полученных при первичном анализе фосфатмобилизирующей активности.

Выбор вида используемого сапропеля начали с изучения влияния данного источника углерода на рост наиболее активного штамма бактерий. Для этого провели эксперимент с добавлением в синтетическую среду GAA сапропелей каждого вида в концентрации 5 %.

Как показали результаты исследований, использование кремнеземистого сапропеля месторождения озеро Дикое приводило к небольшому угнетению роста бактерий *Bacillus sp.* M10, что обусловило выбор в пользу карбонатного сапропеля месторождения Дитва. Полученные результаты хорошо согласуются с компонентным составом сапропелей, где было установлено, что сапропели озера Дикое содержат большую концентрацию железа, что может являться ингибирующим фактором по отношению к бактериям.

Изучение оптимальных концентраций сапропеля месторождения Дитва, не вызывающих ингибирования тест-бактерий, а значит, способных выступать в данных концентрациях в качестве источника углерода для культивирования бактерий показало, что лучшие показатели получены при концентрации сапропеля от 1 до 5 % (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость концентрации бактерий от концентрации сапропеля

Концентрация сапропеля в суспензии, %	Концентрация бактерий, КОЕ/мл
0	$1,1 \cdot 10^8$
1	$(2,6 \pm 1,0) \cdot 10^8$
2	$(3,4 \pm 1,2) \cdot 10^7$
3	$(5,2 \pm 0,8) \cdot 10^7$
4	$(8,9 \pm 1,1) \cdot 10^7$
5	$(5,4 \pm 2,0) \cdot 10^7$
10	$(4,0 \pm 1,2) \cdot 10^7$

Дальнейшее изучение различных концентраций (1–5%) сапропеля показало, что в культурах со всеми концентрациями сапропеля наблюдается увеличение концентрации фосфата в течении времени культивирования и она выше, чем концентрация фосфата в контрольной пробе без тест-культуры (табл. 4).

Таблица 4. Динамика накопления фосфата в оптимизированной среде с сапропелем

Концентрация сапропеля, %	Концентрация фосфата в КЖ С(РО ₄ ³⁻), ммоль/л			Концентрация клеток, КОЕ/мл
	1 день	3 день	5 день	
K ₁	0,072	0,078	0,074	–
K ₂	0,190	0,192	0,192	–
K _г	0,980	1,219	1,415	(1,6±0,3)·10 ⁸
1	0,051	0,053	0,060	(1,3±0,2)·10 ⁸
2	0,153	0,150	0,155	(1,0±0,1)·10 ⁸
3	0,177	0,179	0,181	(2,6±0,4)·10 ⁸
4	0,126	0,127	0,130	(1,7±0,9)·10 ⁸
5	0,144	0,149	0,153	(1,6±1,2)·10 ⁸

При этом результаты получились несколько ниже по сравнению с результатами для штамма M10, культивированного в среде с глюкозой в качестве источника углерода. Однако ингибирования роста бактерий не наблюдалось, а при концентрации сапропеля 3 %, напротив, концентрация жизнеспособных клеток возросла, что свидетельствует о пригодности сапропеля как источника углерода для культивирования фосфатмобилизирующих бактерий.

Заключение

Применение почвенных фосфатмобилизирующих микроорганизмов для мобилизации труднодоступных соединений почвы и удобрений в доступные формы является перспективным направлением оптимизации фосфорного питания растений.

В результате исследований выделено 16 штаммов различных групп фосфатмобилизирующих микроорганизмов, что свидетельствует о широкой распространенности фосфатмобилизирующей активности среди автохтонных почвенных бактерий.

Лучшей фосфатмобилизирующей способностью обладали штаммы M8.1, M10 и M16.1, которые относятся к широко распространенным почвенным бактериям родов *Bacillus sp.* и *Pseudomonas sp.*

Для культивирования фосфатмобилизирующих микроорганизмов в качестве источника углерода может быть использован карбонатный сапропель с концентрацией 3%, которая является оптимальной для поддержания высокой фосфатмобилизирующей активности бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, И. Р. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, В. В. Лапа. – Минск: Хата, 1999. – 196 с.
2. Выделение и характеристика почвенных фосфатмобилизирующих микроорганизмов / Н. А. Белясова, О. С. Игнатовец, Д. С. Сергиевич, А. Ф. Минаковский, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 93–97.
3. Справочник агрохимика / В. В. Лапа, Н. И. Смяян, И. М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
4. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
5. Босак, В. Н. Фосфатный и калийный режим дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при длительном применении удобрений в зернотравяном севообороте / В. Н. Босак, О. Ф. Смяянович, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 2. – С. 102–106.
6. Рекомендации по оптимизации фосфорного и калийного статуса пахотных почв в зависимости от уровня интенсификации земледелия по областям и районам Беларуси / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, И. Д. Шмигельская и др.; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 28 с.
7. Смяянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смяянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
8. Смяянович, А. Ф. Фасфатны і калійны рэжым дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебы ў залежнасці ад умоў жыццелення / А. Ф. Смяянович, В. М. Босак // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2008. – № 2. – С. 26–30.
9. Bosak, V. Changes of potassium and phosphorus content of Podzoluvisol in long-term experiment on fertilizer application / V. Bosak, A. Smeyanovich // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2003. – Vol. 49. – P. 101–103.
10. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и Фитостимифоса при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, В. В. Скорина, З. М. Алещенкова и др. // Вестник БГСХА. – 2011. – № 1. – С. 76–79.
11. Босак, В. Н. Применение бактериальных препаратов при возделывании зернобобовых культур / В. Н. Босак // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2015. – Вып. 17. – С. 46–52.
12. Влияние различных форм фосфорных удобрений на фосфатный и микробиологический режимы почвы / А. Ф. Минаковский, В. И. Шатило, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Д. С. Сергиевич, Е. Ю. Смуь // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 184–188.
13. Кошман, М. Е. Особенности применения минеральных удобрений и биопрепарата фитостимифос при возделывании томата / М. Е. Кошман, В. Н. Босак // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 41. – С. 40–43.
14. Особенности фосфатмобилизирующей способности почвенных микроорганизмов / А. Ф. Минаковский, О. С. Игнатовец, В. И. Шатило, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 265–267.

15. Пуронен, С. В. Выделение активных культур фосфатмобилизирующих микроорганизмов из ризосферы / С. В. Пуронен, А. М. Жусупова, О. А. Тен // Биотехнология. Теория и практика. – 2012. – №3. – С. 77–82.
16. Способ оптимизации фосфатного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, Г. В. Сафронова, З. М. Алещенкова, О. Н. Минюк // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. – 2016. – Т. 8. – С. 148–162.
17. Фосфатный режим почвы и урожайность растений в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак, А. Ф. Минаковский, В. И. Шатило, Т. В. Сачивко, Д. С. Сергиевич // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном комплексе. – Курск: КГСХА, 2019. – Ч. 1. – С. 62–66.
18. Deepshikha, T. Phosphate solubilising microorganisms: role in phosphorus nutrition of crop plants / T. Deepshikha, K. Rajesh, S. Vineet // Agricultural Review. – 2014. – Vol. 35. – P. 159–171.
19. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
20. Босак, В. Н. Сапропель в Беларуси / В. Н. Босак, Б. В. Курзо // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 8. – С. 45–49.
21. Инструкция по использованию сапропеля в сельскохозяйственном производстве / Н. Н. Бамбалов, В. В. Лапа, В. Н. Босак и др. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 30 с.
22. Курзо, Б. В. Закономерности формирования и проблемы использования сапропеля / Б. В. Курзо. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 224 с.
23. Макаренко, Т. И. Технологии производства сапропелевых удобрений для органического сельского хозяйства (на примере Кличевского района Могилевской области) / Т. И. Макаренко, Б. В. Курзо, О. М. Гайдукевич, Т. М. Серая // Главный агроном. – 2019. – № 7. – С. 12–14.
24. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 328 с.
25. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильников, Г. И. Переверзева. – Москва: ООО «Дрофа», 2004. – 256 с.
26. Kucey, R. M. N. Phosphate solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils / R. M. N. Kucey // Can. J. Soil Sci. – 1983. – Vol. 63. – P. 671–678.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

В. Б. ВОРОБЬЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: twins50@mail.ru

(Поступила в редакцию 09.04.2020)

В статье приведены результаты изучения влияния различных уровней азотного питания на урожайность зерна озимой пшеницы и баланс азота, фосфора и калия в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В опыте на фоне $N_{14}P_{60}K_{120}$, внесенных в основную заправку с помощью первой азотной подкормки, создавалось пять уровней ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы: 120, 140, 160, 180 и 200 кг/га. Контролем служил вариант без азотных подкормок. На этих уровнях изучалась эффективность дополнительного внесения 30 кг/га азота в конце фазы кущения–начале выхода в трубку и в начале фазы колошения.

Наиболее высокая урожайность зерна озимой пшеницы (в среднем за 3 года 7,00 т/га) получена в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га и двумя дополнительными азотными подкормками. На этом же фоне удовлетворительную интенсивность хозяйственного баланса азота (более 100 %) в почве обеспечила суммарная доза азотного удобрения не менее 120 кг/га. По мере увеличения доз азота и роста урожайности озимой пшеницы интенсивность хозяйственного баланса фосфора и калия снижалась. При этом внесение 60 кг/га P_2O_5 полностью восполняло потери фосфора из почвы при дозе азота менее 110 кг/га, а внесение 120 кг/га K_2O восполняло потери калия из почвы при дозе азота до 140 кг/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность зерна, дозы азота, баланс элементов питания.

The article presents results of studying the influence of various levels of nitrogen nutrition on the yield of winter wheat grain and the balance of nitrogen, phosphorus and potassium in sod-podzolic light loamy soil. In the experiment, against the background of $N_{14}P_{60}K_{120}$, introduced into the main dressing with the help of the first nitrogen top dressing, five levels of early-spring supply of mineral nitrogen in the 0–60 cm soil layer were created: 120, 140, 160, 180 and 200 kg / ha. The control variant was that without nitrogen top dressing. At these levels, the effectiveness of an additional application of 30 kg / ha of nitrogen was studied at the end of tillering phase - the beginning of stem elongation and at the beginning of the earing phase.

The highest yield of winter wheat grain (an average of 7.00 t / ha over 3 years) was obtained in the variant with the planned early-spring mineral reserve in 0–60 cm soil layer of 180 kg / ha and two additional nitrogen fertilizations. Against this background, a satisfactory intensity of economic balance of nitrogen (more than 100%) in the soil provided a total dose of nitrogen fertilizer of at least 120 kg / ha. As nitrogen doses increased and winter wheat productivity increased, the intensity of economic balance of phosphorus and potassium decreased. In this case, the application of 60 kg / ha of P_2O_5 completely compensated for the loss of phosphorus from the soil at a nitrogen dose of less than 110 kg / ha, and the application of 120 kg / ha of K_2O made up for the loss of potassium from the soil at a nitrogen dose of up to 140 kg / ha.

Key words: winter wheat, grain yield, nitrogen doses, nutrition balance.

Введение

Важным критерием оценки эффективности применения удобрений является баланс элементов питания в почве. В зависимости от поставленных задач он рассчитывается за ротацию севооборота или за период возделывания отдельной культуры. С его помощью можно сравнить вынос элементов питания из почвы и его компенсацию за счет минеральных и органических удобрений, а также сделать объективные выводы об интенсивности воспроизводства почвенного плодородия. Если потери элементов питания в результате выноса с урожаем не компенсируются удобрениями, то происходит постепенное истощение почвы и человек начинает жить за счет будущего поколения. Для сохранения плодородия почвы, все отчуждаемые из нее элементы питания необходимо вернуть.

При возделывании озимых зерновых культур, большое значение приобрели почвенная и растительная азотные диагностики, которые позволяют более точно регулировать азотное питание растений в их жизненно важные фазы развития. В научной литературе достаточно много сведений об оптимальном уровне азотного питания озимых культур в весенний период. Все они говорят о том, что в зависимости от почвенно-климатических условий и особенностей предшествующей культуры оптимальное содержание минерального азота в 0–60 см слое почвы должно быть в пределах 120–160 кг/га [5, 6, 11].

В Беларуси оптимизацией азотного питания зерновых занимались Е. П. Воробьева [4], Н. Н. Семененко [7, 8, 9, 10] и И. И. Берестов [1, 2, 3]. В частности ими установлено, что с повышением уровня обеспеченности почв доступным для растений азотом доля участия азота удобрений в общем выносе азота урожаем закономерно снижается. Установлены также тесные функциональные зависимости уровня урожайности зерновых культур и качества продукции от содержания азота в почве.

В настоящее время учеными разработаны рекомендации и нормативные показатели для определения приходной и расходной статей баланса элементов питания. И если приходная статья определяется в первую очередь дозами минеральных и органических удобрений, внесенными под культуру, то расходная зависит от гораздо большего количества факторов. Например, от особенностей возделываемых культур, их урожайности, погодных и почвенных условий, соотношения элементов питания, внесенных с удобрениями и др. В каждом конкретном случае баланс элементов питания в почве требует уточнения, что позволяет более точно рассчитывать дозы удобрений под планируемую урожайность, существенно повышать эффективность растениеводства. Это особенно актуально на фоне интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, предусматривающих повышенное применение азота. Требуется так же дополнительное изучение роли различных доз азота в изменении расходной статьи баланса фосфора и калия в почве.

Именно поэтому целью наших исследований было определить, как азотные подкормки озимой пшеницы при разном ранневесеннем запасе минерального азота в почве влияют на интенсивность баланс элементов питания в почве.

Основная часть

Исследования проводились в 2010–2012 гг. в стационарном опыте, заложенном на территории учебно-опытного хозяйства УО БГСХА. Объектом исследований являлась озимая пшеница сорта Капылянка, возделываемая после озимого рапса. Норма высева семян озимой пшеницы – 5 млн шт./га. Общая площадь опыта – 1872,6 м², общая площадь делянки – 20 м², учетная – 12 м². Повторность опыта четырехкратная. В качестве подкормок использовалась аммиачная селитра – NH₄NO₃ (34,5 % N). В качестве минеральных удобрений в основную заправку осенью на всей площади опытного участка вносили аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅ и 7 % N) и хлористый калий (60 % K₂O).

Для создания необходимых уровней ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 слое почвы ежегодно в период начала весенней вегетации определяли содержание нитратного и аммонийного азота. Отбор проб почвы производили диагональным способом послонно в трехкратной повторности: для пахотного горизонта почвы – в слое 0–20 см; для подпахотного – 20–40 см и отдельно в слое почвы 40–60 см. В целом к началу весенней вегетации озимой пшеницы суммарные запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы находились в пределах от 48,29 до 95,20 кг/га. Запас аммонийного азота колебался от 9,31 до 22,10 кг/га, нитратного – от 28,89 до 85,90 кг/га.

Дозы первой азотной подкормки были рассчитаны по уравнению:

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

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

С помощью первой азотной подкормки в ранневесенний период в посевах озимой пшеницы было создано пять уровней запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы: 120, 140, 160, 180 и 200 кг/га. На этих уровнях изучалась эффективность первой и второй дополнительных подкормок (каждая в дозе азота 30 кг/га д.в.). Контролем служил вариант без азотных подкормок. Схема опыта представлена в табл. 1.

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

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

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

Ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы проводили после окончания поверхностного и внутрипочвенного стока избыточной влаги. В это время растения начали активно вегетировать, а среднесуточная температура воздуха превысила +5 °С.

Вторая азотная подкормка проводилась в конце фазы кущения – начале фазы выхода в трубку, перед появлением над землей первого узла.

Третья азотная подкормка проводилась в начале фазы колошения. Все полевые работы по обработке почвы, посеву и уходу за растениями были выполнены в оптимальные сроки и в соответствии с агротехническими требованиями для условий Могилевской области.

Уход за посевами озимой пшеницы включал обработку в фазу кущения – гербицидом «Марафон», в начале фазы колошения – фунгицидами «Бампер-супер», в фазу колошения – «Рекс Дуо».

Почва опытных участков: дерново-подзолистая, окультуренная, легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореным суглинком с глубины около 1 м с прослойкой песка на контакте.

Пахотный горизонт опытных участков содержал от 1,74 до 2,56 % гумуса, имел близкую к нейтральной реакцию среды. Содержание подвижных соединений фосфора находилось в пределах от 151 до 181, калия – от 100 до 166 мг/кг. Индекс окультуренности находился в пределах от 0,65 до 0,72, что позволило отнести исследуемые участки к средне окультуренным.

Урожайность зерна в нашем опыте в среднем за три года находилась в пределах от 3,07 до 7,00 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние азотных подкормок на урожайность и содержание элементов питания в зерне и соломе озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве (в среднем за 3 года)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га	Азотные подкормки	Урожайность, т/га		Содержание, %					
		зерна	соломы	в зерне			в соломе		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Естественный (контроль)	–	3,07	3,80	1,63	0,666	0,445	0,36	0,123	0,609
120*	N ₄₅	3,75	4,58	1,79	0,685	0,427	0,39	0,126	0,630
	N ₄₅ + N ₃₀	4,46	5,38	1,89	0,640	0,426	0,42	0,129	0,702
	N ₄₅ + N ₃₀ + N ₃₀	4,95	5,92	1,93	0,643	0,433	0,45	0,140	0,680
140*	N ₆₅	4,29	5,29	1,90	0,679	0,487	0,41	0,132	0,655
	N ₆₅ + N ₃₀	5,14	6,32	1,95	0,667	0,427	0,46	0,148	0,709
	N ₆₅ + N ₃₀ + N ₃₀	5,77	6,87	2,06	0,681	0,475	0,48	0,143	0,762
160*	N ₈₅	4,93	6,01	1,94	0,658	0,475	0,44	0,142	0,785
	N ₈₅ + N ₃₀	5,78	7,04	2,01	0,661	0,447	0,47	0,143	0,680
	N ₈₅ + N ₃₀ + N ₃₀	6,41	7,60	2,11	0,645	0,484	0,49	0,158	0,783
180*	N ₁₀₅	5,52	6,63	1,99	0,656	0,439	0,46	0,136	0,778
	N ₁₀₅ + N ₃₀	6,42	7,68	2,07	0,657	0,429	0,50	0,153	0,772
	N ₁₀₅ + N ₃₀ + N ₃₀	7,00	8,32	2,13	0,670	0,463	0,53	0,149	0,748
200 *	N ₁₂₅	4,80	7,16	2,05	0,692	0,439	0,49	0,161	0,809
	N ₁₂₅ + N ₃₀	5,17	8,26	2,13	0,704	0,463	0,53	0,165	0,836
	N ₁₂₅ + N ₃₀ + N ₃₀	5,38	8,93	2,22	0,703	0,418	0,56	0,156	0,793
НСП ₀₅		0,13	0,24						

*– создавались с помощью первой азотной подкормки.

Наиболее высокое значение данного показателя было получено в вариантах с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы в 180 кг/га. При таком уровне ранневесеннего азотного питания без применения второй и третьей азотных подкормок урожайность зерна за годы исследований составила в среднем 5,52 т/га, что оказалось на 2,45 т/га больше, чем в контрольном варианте и соответственно на 1,77, 1,23, 0,59 т/га больше аналогичных вариантов с ранневесенним запасом минерального азота в 120, 140 и 160 кг/га. Повышение уровня ранневесеннего запаса минерального азота в почве до 200 кг/га привело к существенному снижению урожайности, что в первую очередь объясняется усиленным кущением растений, а в последующем повышенной редукцией стеблей из-за недостатка элементов питания для их полноценного развития.

На первых четырех изучаемых уровнях ранневесеннего азотного питания вторая азотная подкормка, обеспечила дополнительную прибавку урожайности зерна в пределах от 0,71–0,90 т/га. Во все годы исследований эта прибавка оказалась наибольшей при ранневесеннем запасе минерального азота в почве 180 кг/га. На делянках с ранневесенним запасом минерального азота 200 кг/га значение данного показателя оказалось значительно меньше и составило в среднем 0,37 т/га.

За счет азотной подкормки в начале фазы колошения в среднем за 3 года урожайность зерна увеличилась на 0,49, 0,63, 0,63, 0,58 и 0,21 т/га соответственно планируемому уровню ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 слое почвы.

В конечном итоге применение двух дополнительных азотных подкормок, проведенных в конце фазы кушения–начале фазы выхода в трубку и в начале фазы колошения на всех уровнях ранневесеннего азотного питания обеспечило более высокую урожайность зерна. При этом максимальное значение данного показателя (7,00 т/га) было отмечено в варианте с планиваемым уровнем ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 слое почвы 180 кг/га.

В среднем за годы исследований урожайность соломы находилась в пределах от 3,80 до 8,93 т/га. Она существенно возрастала по мере увеличения дозы первой азотной подкормки и была максимальной на делянках с ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 200 кг/га. В целом можно отметить, что на первых четырех уровнях ранневесеннего азотного питания вторая и третья азотные подкормки способствовали в большей степени увеличению урожайности зерна, а при уровне ранневесеннего азотного питания 200 кг/га, наоборот, вегетативной массы. При таком уровне ранневесеннего азотного питания солома оказалась более длинной и тонкой, было отмечено большее количество непродуктивных стеблей.

Максимальный вынос азота с урожаем озимой пшеницы был отмечен в варианте с ранневесенним запасом минерального азота 180 кг/га и двумя дополнительными азотными подкормками (табл. 3). По сравнению с этим вариантом при уровне ранневесеннего азотного питания 200 кг/га и двумя дополнительными азотными подкормками вынос азота с урожаем озимой пшеницы снизился в среднем на 6,86 %.

Таблица 3. Влияние азотных подкормок на баланс элементов питания в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве (в среднем за 3 года)

Планируемые ранневесенние запасы минерального азота в 0–60 см слое почвы, кг/га	Азотные подкормки	Вынос с урожаем, кг/га			Интенсивность хозяйственного баланса, %			Эффективный баланс, ± кг/га		Компенсация затрат элементов питания почвы минеральными удобрениями, кг/га	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Естественный (контроль)	–	54,8	21,6	24,9	50,4	277,8	307,9	-2,4	-5,7	17,6	34,2
120*	N ₄₅	73,1	27,1	30,0	86,0	221,4	264,9	-7,9	-10,8	12,1	29,1
	N ₄₅ + N ₃₀	91,9	30,5	38,1	97,6	196,7	219,7	-11,3	-18,9	8,7	21,0
	N ₄₅ + N ₃₀ + N ₃₀	105,1	34,5	41,8	110,5	173,9	205,2	-15,3	-22,6	4,7	17,3
140*	N ₆₅	88,8	31,1	41,6	91,6	192,9	223,6	-11,9	-22,4	8,1	17,5
	N ₆₅ + N ₃₀	111,2	37,5	46,6	98,4	160,0	192,2	-18,3	-27,4	1,7	12,5
	N ₆₅ + N ₃₀ + N ₃₀	130,6	42,2	52,9	105,3	142,2	165,2	-23,0	-33,7	-3,0	6,2
160*	N ₈₅	105,0	35,2	46,4	95,5	170,5	183,3	-16,0	-27,2	4,0	12,7
	N ₈₅ + N ₃₀	128,4	41,5	50,1	100,4	144,6	176,7	-22,3	-30,9	-2,3	9,0
	N ₈₅ + N ₃₀ + N ₃₀	148,3	45,9	61,1	106,1	130,7	148,0	-26,7	-41,9	-6,7	-2,0
180*	N ₁₀₅	120,7	38,9	50,6	98,9	154,2	172,6	-19,7	-31,4	0,3	8,5
	N ₁₀₅ + N ₃₀	147,3	46,4	56,2	101,0	129,3	153,5	-27,2	-37,0	-7,2	2,9
	N ₁₀₅ + N ₃₀ + N ₃₀	166,1	51,0	68,2	106,7	117,6	142,3	-31,8	-49,0	-11,8	-9,1
200 *	N ₁₂₅	114,8	38,5	48,6	117,0	155,8	166,7	-19,3	-29,4	0,7	10,5
	N ₁₂₅ + N ₃₀	132,4	43,0	61,4	122,9	139,5	144,7	-23,8	-42,2	-3,8	-2,3
	N ₁₂₅ + N ₃₀ + N ₃₀	145,7	44,5	60,3	130,8	134,8	144,3	-25,3	-41,1	-5,3	-1,2

*– создавались с помощью первой азотной подкормки.

В среднем за годы исследований наименьшее количество фосфора было вынесено из почвы в контрольном варианте (21,6 кг/га). С повышением уровня ранневесеннего запаса минерального азота в 0–60 см слое почвы до 120, 140, 160 и 180 кг/га вынос фосфора увеличился и составил соответственно до 27,1; 31,1; 35,2 и 38,9 кг/га. Вторая азотная подкормка увеличила значение данного показателя на 12,5, 20,6, 17,9 и 19,3 %, третья – дополнительно на 13,1, 12,5, 10,6 и 9,9 % соответственно.

В нашем опыте, вынос фосфора с урожаем основной продукции озимой пшеницы был в среднем в 3,6 раза больше, чем с урожаем побочной. Вместе с тем, при повышении дозы азотного удобрения, была отмечена тенденция к уменьшению доли фосфора аккумулированного в зерне и его увеличению в соломе.

Содержание калия в растениях почти не зависело от созданного уровня ранневесеннего запаса минерального азота в почве и количества дополнительных азотных подкормок, однако вынос калия с зерном и соломой был определен урожайностью озимой пшеницы.

Между дозой азотных удобрений и интенсивностью хозяйственного баланса азота, фосфора и калия в посевах озимой пшеницы были выявлены тесные корреляционные связи. Характеризующие их

линии тренда отличались полиномиальным характером и подчинялись уравнениям второй степени соответственно для азота, фосфора и калия: $Y=-0,0013X^2+0,6143X+47,742$; $Y=0,0041X^2-1,7141X+304,61$ и $Y=0,0036 X^2-1,7414X+338,99$ при коэффициентах аппроксимации (R^2) от 0,84 до 0,96. Анализ этих уравнений показывает, что удовлетворительную интенсивность хозяйственного баланса азота в посевах озимой пшеницы обеспечила суммарная доза азотного удобрения не менее 120 кг д.в./га. При этом увеличение дозы азотного удобрения на каждые 10 кг сопровождается повышением интенсивности хозяйственного баланса азота в среднем на 3,5 % и снижением интенсивности хозяйственного баланса фосфора и калия соответственно на 8,9 и 10,2 %. Последнее в первую очередь объясняется более высоким урожаем, а соответственно и гораздо большим использованием подвижных соединений фосфора и калия из почвы.

Эффективный баланс фосфора и калия нами определялся с учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрения. На основании полученных данных были рассчитаны показатели, характеризующие компенсацию затрат элементов питания почвы минеральными удобрениями. Анализ трендовых моделей данного показателя при разных дозах азотного удобрения (табл. 4) показывает, что доза фосфора 60 кг/га полностью восполняет потери фосфора из почвы лишь при дозе азота менее 110 кг/га. При этом внесение в основную заправку калийного удобрения в дозе 120 кг/га восполняло потери калия из почвы при дозе азота до 140 кг/га.

Таблица 4. Трендовые модели компенсации затрат элементов питания почвы (У, кг/га) минеральными удобрениями в посевах озимой пшеницы в зависимости от доз азота (Х, кг/га)

Элементы питания	Уравнения линий тренда	R^2	Компенсация затрат элементов питания почвы минеральными удобрениями (кг/га) при дозах азота кг/га													
			20	40	60	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
P_2O_5	$Y=0,0004X^2-0,248X+22,224$	0,90	17,4	12,9	8,8	4,9	3,1	1,4	-0,2	-1,8	-3,3	-4,7	-6,0	-7,2	-8,4	-9,5
K_2O	$Y=-0,2695X+39,117$	0,93	33,7	28,3	22,9	17,6	14,9	12,2	9,5	6,8	4,1	1,4	-1,3	-4,0	-6,7	-9,4

Заключение

На фоне $N_{14}P_{60}K_{120}$, внесенных в основную заправку, наиболее высокая урожайность зерна озимой пшеницы (в среднем за 3 года 7,00 т/га) получена в варианте с планируемым ранневесенним запасом минерального азота в 0–60 см слое почвы 180 кг/га и дополнительными азотными подкормками в дозе 30 кг/га в конце фазы кущения - начале выхода в трубку и в начале фазы колошения.

На этом же фоне удовлетворительную интенсивность хозяйственного баланса азота (более 100 %) в почве обеспечивает суммарная доза азотного удобрения не менее 120 кг/га. По мере увеличения доз азота и возрастания урожайности озимой пшеницы интенсивность хозяйственного баланса фосфора и калия снижается. При этом внесение 60 кг/га P_2O_5 полностью восполняет потери фосфора из почвы при дозе азота менее 110 кг/га, а внесение 120 кг/га K_2O восполняет потери калия из почвы при дозе азота до 140 кг/га. Это указывает на необходимость корректировки доз фосфорно-калийных удобрений в сторону увеличения при повышенном применении азота.

ЛИТЕРАТУРА

- Берестов, И. И. Эффективность азотных удобрений в звене севооборота с бобовыми культурами / И. И. Берестов, В. А. Столепченко, В. А. Березина // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2004. – Вып. 40. – С. 47–54.
- Берестов, И. И. Азотные удобрения и обеспеченность зерна протеином / И. И. Берестов, В. А. Столепченко // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства: материалы Междунар. науч. конф., г. Жодино, 18–20 февр. 1998г. / редкол.: В. В. Шлапунов [и др.]. – Жодино, 1998. – Т. 1. – С. 159–163.
- Берестов, И. И. Удельный вынос элементов питания зерновыми культурами в зависимости от доз удобрений и уровня урожайности / И. И. Берестов // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2005. – Вып. 41. – С. 72–78.
- Воробьева, Е. П. Влияние дробного внесения азотных удобрений на качество зерна озимой пшеницы / Е. П. Воробьева // Эффективность удобрений и плодородие почвы: сб. науч. тр. – Горки, 1997. – С. 59–64.
- Гамзиков, Г. П. Баланс и превращение азота удобрений / Г. П. Гамзиков, Т. И. Костин. – Новосибирск: Наука, 1985. – 160 с.
- Крупкин, П. И. Создание оптимального уровня азота в почве для питания растений в Сибири / П. И. Крупкин, А. И. Южаков // Агрохимия. – 1986. – №5. – С. 9–12.
- Семененко, Н. Н. Агроэкологическая и экономическая эффективность адаптивной системы применения азотных удобрений / Н. Н. Семененко // Агроэкономика. – 2004. – № 6. – С. 24–26.
- Семененко, Н. Н. Азот в земледелии Беларуси / Н. Н. Семененко, Н. В. Невмержицкий. – Минск.: Белорус. изд. Тов-во «Хата». – 1997. – 196 с.
- Семененко, Н. Н. Влияние способов применения азотных удобрений на формирование элементов продуктивности и урожайности зерновых культур на эродированных почвах / Н. Н. Семененко, И. М. Почичкая // Весці акад. аграр. навук Рэсп. Беларусь. – 2001. – № 4. – С. 42–47.
- Семененко, Н. Н. Прогрессивные системы применения азотных удобрений / Н. Н. Семененко. – Минск: Белорус. изд. Тов-во «Хата», 2003. – 162 с.
- Шафран, С. А. О потребности зерновых культур в удобрениях / С. А. Шафран, Ю. И. Кочергин // Химия в сел. хоз-ве. – 1987. – № 1. – С. 13–15.

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ НА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

В. П. ДУКТОВ, А. Л. НОВИК

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

(Поступила в редакцию 10.04.2020)

Проведена оценка фитопатологической ситуации в посевах яровой твердой пшеницы при возделывании сортов Розалия и Ириде в северо-восточной части Беларуси в 2015–2018 гг. Изучена динамика развития основных листовых и колосовых заболеваний при использовании различных уровней фунгицидной защиты посевов.

Установлено, что посеги сорта Ириде характеризовались повышенной устойчивостью к мучнистой росе. Вместе с тем в посевах данного сорта выявлено наибольшее распространение септориоза листьев, которое изменялось с 25,3 до 83,8 %, что указывает на большую восприимчивость посевов сорта Ириде к данному заболеванию.

В посевах сорта Розалия за годы исследований установлено присутствие обоих изучаемых заболеваний листового аппарата. Уровень развития инфекции мучнистой росы на контроле данного сорта в среднем за годы исследований носил умеренный характер (18,3–29,6 %). Применение предлагаемых фунгицидов обеспечило снижение развития мучнистой росы в среднем за годы исследований на 11,0–12,6, 15,3–18,3 и 6,7–9,0 % при проведении учетов в ст. 59, ст. 65–69 и ст. 73–75 соответственно.

Биологическая эффективность применения фунгицидов по контролю септориоза листьев в посевах обоих изучаемых сортов при первом учете находилась на уровне 55,9–73,5 (Розалия) и 46,7–68,2 % (Ириде). Наилучшие варианты защиты листового аппарата растений яровой твердой пшеницы (Менара, Рекс Дуо) обеспечивают 60,0–64,1 и 37,7–44,4% снижения развития септориоза листьев при проведении второго и итогового учетов данного заболевания.

Установлено значительное развитие в посевах обоих изучаемых сортов: фузариоза колоса – в 2016 и 2018 гг., септориоза колоса – в 2017 и 2018 гг. Развитие черни колоса, вызываемой комплексным воздействием на растение сапрофитной инфекции, отмечено только в условиях 2016 г. Проведение защитных мероприятий в период цветения яровой твердой пшеницы позволило снизить развитие септориоза колоса ко второму учету до 10,9–11,7 % на лучших вариантах защиты (Амистар Трио, Осирис) независимо от возделываемого сорта. Сравнительный анализ указывает на меньшее поражение фузариозом колоса растений сорта Розалия (снижение развития до 7,4–11,9 %, распространения – до 21,7–32,7 %) в результате применения предлагаемых фунгицидов.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорта Розалия и Ириде, фунгициды, мучнистая роса, септориоз листьев, чернь колоса, септориоз колоса, фузариоз колоса, распространение, развитие.

We have estimated phytopathological situation in the crops of spring durum wheat when cultivating the varieties Rozaliia and Iride in the north-eastern part of Belarus in 2015–2018. We have studied the dynamics of development of the main leaf and spike diseases with various levels of fungicidal protection of crops.

It was established that the crops of the variety Iride were characterized by increased immunity to powdery mildew. At the same time, in the crops of this variety, the highest prevalence of leaf septoria was revealed, which changed from 25.3 to 83.8 %, which indicates a greater susceptibility of crops of the variety Iride to this disease.

Over the years of research, the presence of both studied diseases of leaf apparatus has been established in the crops of the Rozaliia variety. The level of development of powdery mildew infection in the control of this variety on average over the years of research was moderate (18.3–29.6 %). The use of the proposed fungicides reduced the development of powdery mildew over the years of research by 11.0–12.6, 15.3–18.3 and 6.7–9.0 % when accounting in art. 59, art. 65–69 and art. 73–75 respectively.

The biological effectiveness of the use of fungicides in controlling leaf septoria in the crops of both studied varieties at the first count was 55.9–73.5 (Rozaliia) and 46.7–68.2 % (Iride). The best variants for protecting the leaf apparatus of durum wheat plants (Menara, Rex Duo) provide 60.0–64.1 and 37.7–44.4 % reduction in the development of leaf septoria in the second and final counts of this disease.

Significant development was established in the crops of both studied varieties: spike fusarium – in 2016 and 2018, spike septoria – in 2017 and 2018. The development of spike black caused by the complex effect of a saprophytic infection on the plant was noted only in 2016.

Carrying out protective measures during the flowering period of spring durum wheat allowed reducing the development of spike septoriosis by the second count to 10.9–11.7 % in the best protection variants (Amistar Trio, Osiris) regardless of the cultivated variety. A comparative analysis indicates a lesser damage to the spike of the Rozaliia variety by Fusarium (a decrease in development to 7.4–11.9 %, distribution to 21.7–32.7 %) as a result of application of the proposed fungicides.

Key words: spring durum wheat, varieties Rozaliia and Iride, fungicides, powdery mildew, leaf septoria, spike black, spike septoria, spike fusarium, distribution, development.

Введение

В настоящее время в мире производству зерна как источнику наиболее важных продуктов питания для людей, кормов для сельскохозяйственных животных и сырья для переработки отводится самое пристальное внимание. Одним из важнейших факторов, оказывающих значительное влияние на производство зерна, является поражение сельскохозяйственных растений возбудителями заболеваний.

Степень вредоносности болезни тесно взаимосвязана с особенностями культуры, метеорологическими условиями, технологией возделывания, восприимчивости сортов и реакции их на защитные мероприятия [1, 2].

В последние годы наметилась тенденция увеличения вредоносности заболеваний зерновых культур, вызываемых грибами. Потери урожая могут достигать 15–35 %, а в годы с избыточным увлажнением до 50–70 % [3,4]. Ряд авторов, также отмечает разную степень поражения сортов яровой пшеницы листостебельными болезнями: Н. Ю. Заргарян и В. Ф. Пересыпкин [5, 6] упоминают, что поражению подвержены более мощные растения с нежными покровными тканями, на которых дольше держится роса и выше затенение; Е. Ю. Торопова в свою очередь подчеркивает восприимчивость короткостебельных сортов яровой пшеницы к септориозу [7]. В годы с сильным развитием листостебельных болезней за счет применения системных препаратов можно сохранить от 19 до 35 % урожая яровой пшеницы [8]. Сортовую отзывчивость на применение фунгицидов в посевах яровой пшеницы подчеркивает М. В. Лобовикова [3]. Как показывает анализ литературных данных, пораженность колоса яровой пшеницы возбудителями септориоза и фузариоза может быть достаточно высокой – от 66 до 92 % [9, 10]. Целью исследований являлась оценка фитосанитарной ситуации в зависимости от уровня фунгицидной защиты в посевах сортов яровой твердой пшеницы различного морфотипа.

Основная часть

Научные исследования проводились в 2015–2018 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м. Содержание гумуса в пахотном слое 1,58–2,1 %, рН 5,6–6,1 (слабокислая), подвижного фосфора 220–270 мг/кг, обменного калия 227–271 мг/кг. Предшествующая культура – редька масличная. Посев осуществлялся в оптимальные сроки (24.04.2015, 4.05.2016, 12.04.2017, 02.05.2018) сеялкой Hege-80 с нормой высева 5,7 млн всхожих семян/га. Размер делянки опыта – 10 м², повторность каждого варианта 4-кратная. Для посева использовались районированные в Беларуси сорта различного морфотипа: Ириде (низкорослый) и Розалия (высокорослый). Стадии развития растений яровой твердой пшеницы приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН. Обработка посевов проводилась ручным способом (ранцевый опрыскиватель Jacto), расход рабочей жидкости – 200 л/га. Степень поражения мучнистой росой второго сверху листа у каждого учетного стебля определяли по условной шкале ВИЗР (1990) [11].

Схема опыта включала 7 вариантов:

1. Контроль (без обработки).
2. Эхион, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39.
3. Менара, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39.
4. Рекс Дуо, КС, 0,6 л/га, стадия 37–39.
5. Эхион, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; Колосаль, КЭ, 1,0 л/га, стадия 61–65.
6. Менара, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; Амистар Трио, КЭ, 1,0 л/га, стадия 61–65.
7. Рекс Дуо, КС, 0,6 л/га, стадия 37–39; Осирис, КЭ, 1,5 л/га, стадия 61–65.

Учеты листовых заболеваний проводились в три срока: 1-й – через 10 дней после листовой обработки, 2-й – через 10 дней после первого учета, 3-й – через 10 дней после второго учета. Заболевания колоса учитывались дважды: 1-й учет – через 15 дней после обработки, 2-й – через 10 дней после первого учета. Метеорологические условия за 2015–2018 гг. отличались как от среднемноголетних, так и между собой, что дало возможность оценить эффективность защиты посевов яровой твердой пшеницы от заболеваний в период вегетации. Складывающиеся за период исследований погодные условия в совокупности с сортовыми особенностями оказали значительное влияние на фитосанитарную обстановку в посевах яровой твердой пшеницы.

При оценке пораженности листовой поверхности растений установлено, что посевы сорта Ириде характеризовались повышенной устойчивостью к мучнистой росе. В контрольном варианте заболевание встречалось в 2016 и 2017 гг. только при первом учете (ст. 59), в среднем за годы исследований распространение составило 11,5 % при развитии 1,9 %. При дальнейших учетах (ст. 65–69, 73–75) заболевание в посевах отсутствовало. Проведение фунгицидной защиты листового аппарата агроценоза обеспечивало полный контроль распространения и развития патогена (табл. 1). Уровень развития инфекции мучнистой росы в контрольном варианте посевов сорта Розалия в среднем за годы исследований носил умеренный характер (18,3–29,6 %). При этом в сезонах 2016 и 2017 гг. наблюдалась устойчивая динамика увеличения развития заболевания на листовом аппарате с 30,7 и 10,2 до

48,2 и 25,0 % соответственно. В экстремальных условиях 2015 и 2018 гг. при проведении последнего учета установлено полное отсутствие распространения и развития патогена, что объясняется относительно низкой влажностью воздуха (30–60 %) в 2015 г. и наличием дождей ливневого характера в 2018 г. [12, 13].

Таблица 1. Влияние фунгицидов на динамику развития болезней листового аппарата в посевах яровой твердой пшеницы

Вариант	Год	Мучнистая роса						Септориоз					
		1-й учет		2-й учет		3-й учет		1-й учет		2-й учет		3-й учет	
		P*, %	R**, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Сорт Розалия													
1	2015	39,0	13,8	48,0	17,7	0,0	0,0	8,0	0,6	19,0	1,4	28,0	2,1
	2016	82,0	30,7	97,0	36,8	99,0	48,2	23,0	3,4	50,0	8,7	85,0	18,8
	2017	39,0	10,2	54,0	16,5	66,0	25,0	0,0	0,0	54,0	4,7	83,0	19,6
	2018	78,0	26,5	93,0	47,5	0,0	0,0	0,0	0,0	85,0	25,0	94,0	37,7
Среднее		59,5	20,3	73,0	29,6	41,3	18,3	7,8	1,0	52,0	10,0	72,5	19,6
2	2015	31,0	8,3	43,0	13,5	0,0	0,0	2,0	0,2	8,0	0,6	11,0	0,8
	2016	69,0	11,5	80,0	19,0	98,0	36,7	16,0	1,5	39,0	4,7	80,0	13,2
	2017	16,0	2,7	23,0	5,3	39,0	9,5	0,0	0,0	39,0	4,5	57,0	7,0
	2018	57,0	14,8	70,0	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	55,0	10,6	92,0	28,5
Среднее		43,3	9,3	54,0	14,3	34,3	11,6	4,5	0,4	35,3	5,1	60,0	12,4
3	2015	27,0	4,5	35,0	6,8	0,0	0,0	2,0	0,2	8,0	0,6	11,0	0,8
	2016	65,0	10,8	68,0	17,3	98,0	32,3	13,0	1,0	29,0	3,4	72,0	11,1
	2017	6,0	1,0	18,0	3,0	30,0	5,7	0,0	0,0	29,0	3,4	47,0	5,4
	2018	54,0	14,3	60,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	54,0	8,63	89,0	26,3
Среднее		38,0	7,7	45,3	13,9	32,0	9,5	3,8	0,3	30,0	4,0	54,8	10,9
4	2015	28,0	5,7	38,0	8,3	0,0	0,0	2,0	0,2	8,0	0,6	11,0	0,8
	2016	66,0	11,0	68,0	15,8	99,0	30,8	12,0	0,9	26,0	2,9	70,0	9,5
	2017	5,0	0,8	22,0	3,7	33,0	6,2	0,0	0,0	26,0	2,9	50,0	5,8
	2018	53,0	15,7	61,0	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	52,0	8,2	94,0	27,6
Среднее		38,0	8,3	47,3	11,3	33,0	9,3	3,5	0,3	28,0	3,7	56,3	10,9
Сорт Ириде													
1	2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	1,5	44,0	4,0	52,0	5,0
	2016	30,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	8,5	96,0	26,5	94,0	41,3
	2017	16,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	3,2	76,0	8,8	94,0	24,2
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	21,7	95,0	35,6
Среднее		11,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	3,3	74,0	15,3	83,8	26,5
2	2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,8	20,0	1,5	25,0	1,9
	2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	3,8	78,0	15,8	88,0	34,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	2,2	76,0	16,4
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	7,6	92,0	26,7
Среднее		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	1,2	42,8	6,8	70,3	20,0
3	2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,8	19,0	1,4	20,0	1,9
	2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	2,7	91,0	12,6	94,0	28,7
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	1,6	56,0	10,9
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	6,5	91,0	24,3
Среднее		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,9	42,5	5,5	65,3	16,5
4	2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,6	15,0	1,1	18,0	1,4
	2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	3,0	95,0	14,0	100,0	30,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	1,3	50,0	6,1
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	5,4	90,0	22,4
Среднее		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,9	41,3	5,5	64,5	15,2

* – распространенность болезни %; ** – развитие болезни, %.

Применение предлагаемых фунгицидов в посевах сорта Розалия обеспечило снижение развития мучнистой росы в среднем за годы исследований на 11,0–12,6, 15,3–18,3 и 6,7–9,0 % при проведении учетов в ст. 59, ст. 65–69 и ст. 73–75 соответственно.

При анализе динамики развития септориоза листьев установлено, что заболевание отсутствовало при первом учете в посевах яровой твердой пшеницы сорта Розалия в 2017 и 2018 гг., сорта Ириде – в 2018 г. Вместе с тем проведение дальнейших учетов указывает на то, что наибольшего развития септориоз достиг в посевах сорта Розалия в 2018 г. (37,7 %), Ириде – в 2016 (41,3) и 2018 гг. (35,6 %). Также в посевах низкорослого сорта установлено наибольшее распространение заболевания, которое изменялось с 25,3 до 83,8 %. Приведенные данные указывают на большую восприимчивость посевов сорта Ириде к септориозу листьев. Несмотря на депрессивное развитие септориоза листьев в 2015 и

2016 гг. при первом учете, биологическая эффективность применения фунгицидов в посевах обоих изучаемых сортов находилась на уровне 55,9–73,5 (Розалия) и 46,7–68,2 % (Ириде). В дальнейшем в данных вариантах опыта отмечено снижение развития септориоза до 3,7–5,1 и 10,9–12,4 % (Розалия), до 5,5–6,8 и 15,2–20,0 % (Ириде) при втором и третьем учетах соответственно.

В годы проведения исследований доминирующее положение в патогенном комплексе заболеваний колоса в посевах сорта Розалия занимал септориоз, при возделывании сорта Ириде распространение и развитие септориоза и фузариоза находилось на одинаковом уровне. Проводимые учеты установили развитие черни колоса, вызываемой комплексным воздействием на растение сапрофитной инфекции, только в условиях 2016 г. (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность фунгицидной обработки посевов яровой твердой пшеницы в защите от болезней колоса, сорт Розалия

Вариант	Год	Чернь колоса				Септориоз колоса				Фузариоз колоса			
		1-й учет		2-й учет		1-й учет		2-й учет		1-й учет		2-й учет	
		P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Сорт Розалия													
1	2016	36,0	16,8	55,0	34,3	20,0	7,8	29,0	17,5	57,0	28,8	81,0	52,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	11,5	88,0	37,0	0,0	0,0	13,0	3,8
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	4,3	96,0	53,5	13,0	4,3	49,0	14,0
Среднее		12,0	5,6	18,3	11,4	35,7	7,9	71,0	36,0	23,3	11,0	47,7	23,5
5	2016	13,0	3,3	27,0	8,0	0,0	0,0	14,0	5,5	24,0	8,5	46,0	19,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	2,5	28,0	7,0	0,0	0,0	4,0	1,0
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0	12,0	71,0	30,8	5,0	1,5	20,0	6,0
Среднее		4,3	1,1	9,0	2,7	19,3	4,8	37,7	14,4	9,7	3,3	23,3	8,9
6	2016	6,0	1,5	14,0	5,5	0,0	0,0	9,0	4,0	18,0	6,5	34,0	13,3
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	2,8	28,0	7,8	0,0	0,0	4,0	1,5
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	8,8	61,0	22,8	6,0	1,5	27,0	7,5
Среднее		2,0	0,5	4,7	1,8	15,3	3,9	32,7	11,5	8,0	2,7	21,7	7,4
7	2016	20,0	7,3	33,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	11,8	55,0	24,3
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	3,0	32,0	8,5	0,0	0,0	6,0	1,5
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	9,3	69,0	26,5	6,0	1,5	37,0	10,0
Среднее		6,7	2,4	11,0	4,5	16,3	4,1	33,7	11,7	12,7	4,4	32,7	11,9
Сорт Ириде													
1	2016	25,5	9,0	48,0	17,3	7,0	1,8	13,0	6,8	33,0	10,8	59,0	31,0
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	8,3	68,0	27,5	0,0	0,0	32,0	10,8
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	68,0	21,5	96,0	48,0	39,0	13,5	89,0	32,5
Среднее		8,5	3,0	16,0	5,8	36,0	10,5	59,0	27,4	24,0	8,1	60,0	24,8
5	2016	14,0	4,3	29,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	5,5	36,0	16,0
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	4,5	34,0	8,5	0,0	0,0	4,0	1,0
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	13,3	65,0	32,3	14,0	4,8	71,0	20,5
Среднее		4,7	1,4	9,7	4,4	21,7	5,9	33,0	13,6	10,0	3,4	37,0	12,5
6	2016	15,0	3,8	33,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	2,8	32,0	10,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	3,5	23,0	5,8	0,0	0,0	8,0	2,0
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	9,8	63,0	26,8	14,0	4,5	55,0	15,8
Среднее		5,0	1,3	11,0	2,8	16,3	4,4	28,7	10,9	8,3	2,4	31,7	9,5
7	2016	20,0	5,0	39,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	2,3	22,0	9,8
	2017	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	5,0	37,0	9,3	0,0	0,0	11,0	2,8
	2018	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	7,5	59,0	24,3	20	5,8	74,0	21,3
Среднее		6,7	1,7	13,0	3,3	16,7	4,2	32,0	11,2	9,7	2,7	35,7	11,3

Критическим периодом для заражения колоса септориозом является колошение, фузариозом – цветение. Анализируя поражение растений фузариозом колоса, следует отметить его значительное развитие в 2016 и 2018 гг. в посевах обоих изучаемых сортов, что можно объяснить обильным количеством выпавших осадков в период цветения – образования зерен. В условиях 2017 г. отмечено депрессивное проявление данного заболевания (Розалия – 3,8, Ириде – 10,8 %). Благоприятными для развития септориоза колоса оказались сезоны 2017 и 2018 гг., при этом установлено умеренно-эпифитотийное развитие заболевания (27,5–53,5 % при проведении второго учета) с близкими величинами показателя по изучаемым сортам.

Обработка посевов в 2016 г. предлагаемыми препаратами обеспечила значительное снижение черни колоса – 60,5–84,2 и 24,1–51,7 % при возделывании сортов Розалия и Ириде соответственно. В лучших вариантах защиты посевов величина развития заболевания составила 1,8–2,8 %. Применение фунгицидов в период цветения яровой твердой пшеницы позволило снизить развитие септориоза колоса ко второму учету до 10,9–11,7 % на лучших вариантах защиты (Амистар Трио, Осирис) неза-

висимо от возделываемого сорта. Проведение защиты посевов яровой твердой пшеницы от фузариоза колоса обеспечило в среднем за годы исследований снижение развития патогена до 7,4–11,9 % в посевах сорта Розалия и до 9,5–12,5 % – сорта Ириде. При этом более высокий показатель распространения заболевания отмечен в посевах восприимчивого сорта Ириде, средняя величина которого находилась в интервале 31,7–37,0 %.

Заключение

В результате проведенных исследований в посевах сорта Розалия установлено присутствие мучнистой росы и септориоза листьев, развитие которых в среднем за годы исследований носило депрессивно-умеренный характер. Посевы сорта Ириде характеризовались повышенной устойчивостью к мучнистой росе. Вместе с тем выявлено наибольшее распространение и развитие септориоза листьев, что указывает на бóльшую восприимчивость посевов данного сорта к указанному заболеванию.

Применение предлагаемых фунгицидов обеспечило снижение развития мучнистой росы в посевах сорта Розалия до 9,3–11,6 %. Наилучшие варианты защиты листового аппарата растений яровой твердой пшеницы (Менара, Рекс Дуо) обеспечивают снижение развития септориоза листьев при итоговом учете до 10,9 и 15,2–16,5 % в посевах сортов Розалия и Ириде соответственно.

Установлено значительное развитие в посевах обоих изучаемых сортов: фузариоза колоса – в 2016 и 2018 гг., септориоза колоса – в 2017 и 2018 гг. Развитие черни колоса, вызываемой комплексным воздействием на растение сапрофитной инфекции, отмечено только в условиях 2016 г.

Проведение защитных мероприятий в период цветения яровой твердой пшеницы позволило снизить развитие септориоза колоса ко второму учету до 10,9–11,7 % на лучших вариантах защиты (Амистар Трио, Осирис) независимо от возделываемого сорта. Сравнительный анализ указывает на меньшее поражение фузариозом колоса посевов сорта Розалия (снижение развития до 7,4–11,9 %, распространения – до 21,7–32,7 %) в результате применения предлагаемых фунгицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур на территории Республики Беларусь / А. Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 9–12.
2. Лавринова, В. А. Фунгициды на пшенице / В. А. Лавринова, И. М. Евсеева // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 1. – С. 65–68.
3. Лобовикова, М. В. Эффективность фунгицидов и сроков их применения в защите яровой пшеницы / М. В. Лобовикова, Ж. С. Нелюбина // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов / Урал. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва, Урал. науч.-исслед. ветеринар. ин-т. – Екатеринбург, 2012. – С. 312–317.
4. Доронин, В. Г. Защита яровой мягкой пшеницы от листостебельных болезней / В. Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, С. В. Кривошеева // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 43–46.
5. Заргарян, Н. Ю. Эффективность применения фунгицидов и биопрепаратов на яровой пшенице / Н. Ю. Заргарян, А. Ю. Кекало // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной селекции: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию Урал. НИИСХ, 3–5 авг. 2011 г. / Урал. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; Изд-во АМБ. – Екатеринбург, 2011. – Т. I. Растениеводство. – С. 241–245.
6. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В. Ф. Пересыпкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
7. Торопова, Е. Ю. Мониторинг септориоза яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова, М. П. Селюк // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30 (№ 12). – С. 33–35.
8. Защита посевов яровой твердой пшеницы от вредных организмов / С. Н. Гапонов [и др.] // Вавиловские чтения – 2018: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 131-ой годовщине со дня рожд. акад. Н. И. Вавилова, 28–29 нояб. 2018 г. / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2018. – С. 224–227.
9. Жук, Е. И. Распространенность септориоза колоса яровой пшеницы в Беларуси / Е. И. Жук // Сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – Вып. 31: Защита растений. – С. 127–135.
10. Будевич, Г. В. Оценка эффективности фунгицида осирис, КЭ против видов возбудителей фузариоза колоса яровой пшеницы / Г. В. Будевич, М. Н. Шашко, Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 3. – С. 52–57.
11. Дуктов, В. П. Защита яровой твердой пшеницы от болезней листового аппарата / В. П. Дуктов, А. Л. Новик // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 3. – С. 97–100.
12. Якимович, Е. А. Влияние погодных условий на эффективность пестицидов / Е. А. Якимович // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/information/materials/zem/plant-protection/edfd6c9576801f5c.html>. – Дата доступа: 24.03.2020.
13. Койшыбаев, М. Болезни пшеницы / М. Койшыбаев; Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. – Анкара, 2018. – 365 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА АГРОМИК ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

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

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by; sachyuka@rambler.ru

З. М. АЛЕЩЕНКОВА, Н. Г. КЛИШЕВИЧ

Институт микробиологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by; nataliklis@mail.ru

(Поступила в редакцию 14.04.2020)

В современном земледелии применение микробных препаратов наряду с другими агрохимическими приемами (применение минеральных и органических удобрений, агромелиорантов и средств защиты растений) обеспечивает получение высокой урожайности с благоприятным качеством товарной продукции, сохранение и повышение почвенного плодородия. Микробные препараты обеспечивают биологическую мобилизацию труднодоступных соединений питательных веществ из почвы и удобрений (азота, фосфора, калия, других макро- и микроэлементов), участвуют в стимуляции роста и развития растений, играют существенную фитосанитарную роль в агробиоценозах.

В совместных полевых и лабораторных исследованиях Белорусской государственной сельскохозяйственной академии и Института микробиологии НАН Беларуси изучено влияние микробного препарата Агромик на микробиологическую активность ризосферной дерново-подзолистой суглинистой почвы, а также урожайность зеленой массы базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L) сорта Володар и укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский.

Микробный препарат Агромик создан на основе штаммов азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, а также инокулюма арбускулярно-микоризных грибов в Институте микробиологии НАН Беларуси.

В результате исследований установлено, что применение микробного препарата Агромик повысило урожайность зеленой массы базилика обыкновенного на 0,19–0,25 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,78–1,84 кг/м², укропа пахучего – на 0,13 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,20 кг/м².

Обработка семян, корневой системы растений и посевов базилика обыкновенного и укропа пахучего микробным препаратом Агромик увеличила в почве концентрацию фосфатмобилизирующих и олигонитрофильных (в том числе азотфиксирующих) бактерий, а также микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота.

Ключевые слова: базилик, укроп, микробный препарат, микробиологическая активность почвы, урожайность.

In modern agriculture, the use of microbial preparations along with other agrochemical methods (the use of mineral and organic fertilizers, agromeliorants and plant protection products) ensures high yields with favorable quality of marketable products, preservation and increase of soil fertility. Microbial preparations provide biological mobilization of hard-to-reach nutrient compounds from the soil and fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium, other macro- and microelements), participate in stimulating plant growth and development, and play a significant phytosanitary role in agrobiocenoses.

In the joint field and laboratory studies of Belarusian State Agricultural Academy and the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, they studied the effect of the microbial preparation Agromik on the microbiological activity of the rhizosphere sod-podzolic loamy soil, as well as the yield of green mass of common basil (*Ocimum basilicum* L) of the variety Volodar, and of common dill (*Anethum graveolens* L.) of the variety Gribovskii. The microbial preparation Agromik was created on the basis of strains of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria, as well as the inoculum of arbuscular-mycorrhizal fungi at the Institute of Microbiology of the NAS of Belarus.

As a result of studies, it was found that the use of microbial preparation Agromik increased the yield of green mass of common basil by 0.19-0.25 kg / m² with a total yield of green mass of 1.78-1.84 kg / m², common dill – by 0.13 kg / m² with a total yield of green mass of 1.20 kg / m². The treatment of seeds, root systems of plants and crops of common basil and dill with the microbial preparation Agromik increased the concentration of phosphate-mobilizing and oligonitrophilic (including nitrogen-fixing) bacteria in the soil, as well as microorganisms that absorb organic and mineral forms of nitrogen.

Key words: basil, dill, microbial preparation, microbiological activity of the soil, productivity.

Введение

Микробные препараты, наряду с применением минеральных и органических удобрений и другими агротехническими приемами, в современном земледелии играют значительную роль в обеспечении высокой урожайности и качества растениеводческой продукции [1–6].

Применение микробных препаратов обеспечивают повышение продуктивности за счет биологической (микробной) мобилизации основных элементов минерального питания (азот, фосфор, калий, микроэлементы), стимуляции роста, а также выполняет фитосанитарные функции, повышая устойчивость растений к различным заболеваниям. Кроме того, использование бактериальных удобрений создает также условия для экономии минеральных удобрений, что делает их незаменимым компонентом органического земледелия [7–15].

В Республике Беларусь и на мировом рынке довольно широко представлены микробные и бактериальные удобрения на основе азотфиксирующих бактерий для бобовых и небобовых, что обусловлено перспективностью биологической азотфиксации в качестве источника связанного азота для обеспечения потребностей сельскохозяйственных культур, а также препараты на основе калиймобилизирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов. Перспективным направлением является применение препаратов, сочетающих различные группы микроорганизмов, участвующие в мобилизации нескольких питательных элементов из почвы и удобрений [9, 10, 14, 16–20].

Цель исследования – изучить влияние микробного препарата Агромик на микробиологическую активность почвы и урожайность базилика обыкновенного и укропа пахучего.

Основная часть

Исследования по изучению микробиологической активности почвы и урожайности пряно-ароматических культур проводили в полевых и лабораторных опытах в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и Института микробиологии НАН Беларуси на протяжении 2017–2019 гг.

Полевые опыты проводились в ботаническом саду УО БГСХА на окультуренно дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с базиликом обыкновенным (*Ocimum basilicum* L.) сорта Володар и укропом пахучим (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский согласно общепринятым методикам [21–23].

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: рН_{KCl} 6,5–6,8, содержание P₂O₅ (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K₂O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг, гумуса (0,4 н K₂Cr₂O₇) – 2,9–3,1 % (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Схема опытов включала варианты без применения удобрений, вариант с внесением под предпосевную культивацию N₆₀P₅₀K₈₀ (карбамид, аммофос, сульфат калия), а также варианты с применением микробного препарата Агромик (табл. 1–2).

Препарат микробный Агромик жидкий получают на основе ассоциативного азотфиксирующего штамма *Rhizobium rhizogenes* БИМ В-486Д, фосфатмобилизирующего штамма *Pseudomonas lini* БИМ В-485Д (в соотношении 1:1) и инокулюма арбускулярно-микоризных грибов (АМГ) рода *Glomus* (1,0 %) (ГУ ВУ 100289066. 092-2012). Микробный препарат Агромик предназначен для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений с целью повышения урожайности и устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды; внесен в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [24].

В исследованиях с базиликом обыкновенным микробный препарат Агромик применяли в сочетаниях: а) обработка корневой системы перед высадкой рассады + полив при посадке; б) полив при посадке + полив через 10 дней. При возделывании укропа пахучего микробный препарат Агромик применяли для предпосевной обработки семян + полив посевов через 10 дней.

Учет урожая зеленой массы базилика обыкновенного и укропа пахучего проводили в фазу цветения. Почвенные образцы для определения микробиологической активности отбирали весной перед закладкой опытов (смешанный образец) и после уборки урожая (образцы по опытным вариантам).

Плотность популяций микроорганизмов различных эколого-трофических групп в ризосферной почве изучали методом разведения и поверхностного посева почвенной суспензии на соответствующие агаризованные питательные среды (среда Муромцева, среда Эшби) [25, 26].

Усваивающие минеральные формы азота выявляли на КАА (крахмал-аммиачный агар), г/л: крахмал – 10, (NH₄)₂SO₄ – 2; K₂HPO₄ – 1; MgSO₄ – 1; CaCO₃ – 3; агар-агар – 20; H₂O – 1000 мл.

Усваивающие органические формы азота учитывали на МПА (мясо-пептонный агар): МПБ (мясо-пептонный бульон) – 900 мл; H₂O – 100 мл; агар-агар – 20 г; маннит – 10 г.

Как показали результаты испытаний, применение микробного препарата Агромик в среднем за годы исследований повысило урожайность зеленой массы базилика обыкновенного сорта Володар на 0,19–0,25 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,78–1,84 кг/м², укропа пахучего сорта Грибовский – на 0,13 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,20 кг/м² (табл. 1–2). Внесение до посева укропа пахучего полного минерального удобрения N₆₀P₅₀K₈₀ способствовало увеличению урожайности на 0,24 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,07 кг/м².

Применение микробного препарата Агромик в исследованиях оказало влияние на микробиологическую активность ризосферной почвы. Следует отметить, что в системе почва – микроорганизмы происходят закономерные и планомерные изменения количества и качества микроорганизмов,

направленности и напряженности микробиологических процессов, что называется микробной сукцессией [25].

Аммонифицирующие микроорганизмы, усваивающие органические формы азота – одна из важнейших физиологических групп, участвующих в трансформации органических соединений. В состав этой группы входят неспорообразующие аммонифицирующие микроорганизмы, начинающие разложение органического вещества, а также спорообразующие аммонификаторы, продолжающие данный процесс на более глубоких стадиях его распада.

Численность микроорганизмов, усваивающих минеральный азот, является показателем хода минерализации органического вещества.

Важной эколого-трофической группой, участвующей в круговороте азота, являются олигонитрофильные микроорганизмы, способные переносить длительные периоды голодания, используя как свою эндогенную систему метаболизма, так и труднодоступные для других микроорганизмов субстраты. Олигонитрофильные микроорганизмы могут разлагать растительные остатки с широким соотношением C:N. Они используют органические и неорганические соединения азота и функционируют как аммонификаторы и азотфиксаторы.

Таблица 1. Влияние микробного препарата Агромик на численность микроорганизмов в почве и урожайность зеленой массы базилика обыкновенного

Вариант	Общее микробное число, КОЕ/г				Зеленая масса, кг/м ²
	среда Муромцева (глюкозоаспарагиновая); фосфатмобилизующие бактерии		среда Эшби; олигонитрофильные бактерии (в т.ч. азотфиксирующие)		
	до посадки	уборка	до посадки	уборка	
Контроль без удобрений	$(5,6 \pm 0,75) \times 10^6$	$(3,9 \pm 0,17) \times 10^6$	$(5,0 \pm 0,44) \times 10^6$	$(5,9 \pm 0,10) \times 10^6$	1,59
Агромик (обработка корневой системы + полив при посадке)	$(5,6 \pm 0,75) \times 10^6$	$(2,2 \pm 0,14) \times 10^7$	$(5,0 \pm 0,44) \times 10^6$	$(2,8 \pm 0,11) \times 10^7$	1,84
Агромик (полив при посадке + полив через 10 дней)	$(5,6 \pm 0,75) \times 10^6$	$(1,2 \pm 0,20) \times 10^7$	$(5,0 \pm 0,44) \times 10^6$	$(1,1 \pm 0,26) \times 10^7$	1,78
НСР ₀₅					0,11

Вариант	Общее микробное число, КОЕ/г			
	микроорганизмы, усваивающие органические формы азота (МПА)		микроорганизмы, усваивающие минеральные формы азота (КАА)	
	до посадки	уборка	до посадки	уборка
Контроль без удобрений	$(4,7 \pm 0,49) \times 10^6$	$(5,4 \pm 0,40) \times 10^6$	$(4,1 \pm 0,22) \times 10^6$	$(5,0 \pm 0,78) \times 10^6$
Агромик (обработка корневой системы + полив при посадке)	$(4,7 \pm 0,49) \times 10^6$	$(2,5 \pm 0,13) \times 10^7$	$(4,1 \pm 0,22) \times 10^6$	$(2,0 \pm 0,05) \times 10^7$
Агромик (полив при посадке + полив через 10 дней)	$(4,7 \pm 0,49) \times 10^6$	$(1,0 \pm 0,33) \times 10^7$	$(4,1 \pm 0,22) \times 10^6$	$(1,3 \pm 0,10) \times 10^7$

Таблица 2. Влияние микробного препарата Агромик на численность микроорганизмов в почве и урожайность зеленой массы укропа пахучего

Вариант	Общее микробное число, КОЕ/г				Зеленая масса, кг/м ²
	среда Муромцева (глюкозоаспарагиновая); фосфатмобилизующие бактерии		среда Эшби; олигонитрофильные бактерии (в т.ч. азотфиксирующие)		
	до посева	уборка	до посева	уборка	
Контроль без удобрений	$(4,5 \pm 0,26) \times 10^6$	$(4,6 \pm 0,14) \times 10^6$	$(5,1 \pm 0,24) \times 10^6$	$(4,2 \pm 0,50) \times 10^6$	0,83
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	$(4,5 \pm 0,26) \times 10^6$	$(6,4 \pm 0,36) \times 10^6$	$(5,1 \pm 0,24) \times 10^6$	$(7,0 \pm 0,39) \times 10^6$	1,07
НРК + Агромик (обработка семян + полив через 10 дней)	$(4,5 \pm 0,26) \times 10^6$	$(9,2 \pm 0,39) \times 10^6$	$(5,1 \pm 0,24) \times 10^6$	$(8,4 \pm 0,39) \times 10^6$	1,20
НСР ₀₅					0,05

Вариант	Общее микробное число, КОЕ/г			
	микроорганизмы, усваивающие органические формы азота (МПА)		микроорганизмы, усваивающие минеральные формы азота (КАА)	
	до посева	уборка	до посева	уборка
Контроль без удобрений	$(5,7 \pm 0,16) \times 10^6$	$(4,2 \pm 0,58) \times 10^6$	$(3,7 \pm 0,27) \times 10^6$	$(5,2 \pm 0,18) \times 10^6$
N ₆₀ P ₅₀ K ₈₀	$(5,7 \pm 0,16) \times 10^6$	$(1,1 \pm 0,09) \times 10^7$	$(3,7 \pm 0,27) \times 10^6$	$(6,8 \pm 0,31) \times 10^6$
НРК + Агромик (обработка семян + полив через 10 дней)	$(5,7 \pm 0,16) \times 10^6$	$(1,2 \pm 0,42) \times 10^7$	$(3,7 \pm 0,27) \times 10^6$	$(8,6 \pm 0,27) \times 10^6$

Фосфатмобилизующие микроорганизмы в процессе жизнедеятельности используют несколько механизмов трансформации фосфатов: а) растворение минеральных и органических фосфатов в результате образования кислот; б) ферментативное дефосфолирование органических соединений фосфора при участии ферментов-фосфатаз; в) потребление доступного фосфора из закрепленного в биомассе микроорганизмов. Результатом превращений является высвобождение доступного фосфора в виде

минеральных легкорастворимых солей фосфорной кислоты в почвенный раствор, которые дальше поступают в корни растений.

В исследованиях с базиликом обыкновенным применение биопрепарата Агромик увеличивало количество микроорганизмов изученных эколого-трофических групп с более высокими показателями микробиологической активности в варианте с обработкой корневой системы рассады базилика перед посадкой с последующем поливе при посадке. Численность фосфатмобилизирующих бактерий в варианте с обработкой корневой системы биопрепаратом Агромик и последующим поливом при посадке составило $(2,2 \pm 0,14) \times 10^7$ КОЕ/г, олигонитрофильных бактерий (в т.ч. азотфиксирующих) – $(2,8 \pm 0,11) \times 10^7$, микроорганизмов, усваивающих органические формы азота – $(2,5 \pm 0,13) \times 10^7$, микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота – $(2,0 \pm 0,05) \times 10^7$ КОЕ/г.

В исследованиях с укропом пахучим применение полного минерального удобрения увеличило количество микроорганизмов всех изученных эколого-трофических групп в ризосферной почве, при этом их максимальная концентрация была получена в варианте с совместным применением НРК и биопрепарата Агромик (обработка семян + полив через 10 дней). Численность фосфатмобилизирующих бактерий в данном варианте составило $(9,2 \pm 0,39) \times 10^6$ КОЕ/г, олигонитрофильных бактерий (в т.ч. азотфиксирующих) – $(8,4 \pm 0,39) \times 10^6$, микроорганизмов, усваивающих органические формы азота – $(1,2 \pm 0,42) \times 10^7$, микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота – $(8,6 \pm 0,27) \times 10^6$ КОЕ/г.

Заключение

В исследованиях на окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение микробного препарата Агромик повысило урожайность базилика обыкновенного сорта Володар на $0,19\text{--}0,25$ кг/м² при общей урожайности зеленой массы $1,78\text{--}1,84$ кг/м², укропа пахучего сорта Грибовский – на $0,13$ кг/м² при общей урожайности зеленой массы $1,20$ кг/м².

Обработка семян, корневой системы растений и посевов базилика обыкновенного и укропа пахучего микробным препаратом Агромик увеличила в ризосферной почве количество фосфатмобилизирующих бактерий, олигонитрофильных бактерий (в т.ч. азотфиксирующих), а также микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Применение минеральных удобрений при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГТАУ, 2019. – Т. 45. – С. 9–15.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Применение агроメリорантов при возделывании зеленных и пряно-ароматических культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич и др. // Вестник БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 94–99.
4. Смеянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смеянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
5. Справочник агрохимика / В. В. Лапа, Н. И. Смеян, И. М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
6. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 S.
7. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и Фитостимифоса при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак, В. В. Скорина, З. М. Алещенкова, М. Е. Кошман, Т. В. Колоскова, О. Н. Минюк // Вестник БГСХА. – 2011. – № 1. – С. 76–79.
8. Босак, В. Н. Влияние удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество бобов овощных / В. Н. Босак, О. Н. Минюк // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 12–13.
9. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
10. Босак, В. Н. Применение бактериальных препаратов при возделывании зернобобовых культур / В. Н. Босак // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. – 2015. – Вып. 17. – С. 46–52.
11. Босак, В. Н. Семенная продуктивность овощной фасоли в зависимости от применения удобрений и биопрепаратов / В. Н. Босак, О. Н. Минюк // Вестник БГСХА. – 2014. – № 1. – С. 92–96.
12. Кошман, М. Е. Особенности применения минеральных удобрений и биопрепарата фитостимифос при возделывании томата / М. Е. Кошман, В. Н. Босак // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 41. – С. 40–43.
13. Основные приемы возделывания сои в Республике Беларусь / В. Н. Халецкий [и др.]. – Минск: НАН Беларуси, 2012. – 23 с.
14. Применение удобрений при возделывании сои / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2011. – 23 с.
15. Deepshikha, T. Phosphate solubilising microorganisms: role in phosphorus nutrition of crop plants / T. Deepshikha, K. Rajesh, S. Vineet // Agricultural Review. – 2014. – Vol. 35. – P. 159–171.
16. Акулич, М. П. Урожайность и качество укропа пахучего в зависимости от применения минеральных удобрений, агроメリорантов и биопрепаратов / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 6–11.

17. Кочурко, В. И. Влияние микробного препарата Агромик на урожайность зерна ярового ячменя в условиях южной зоны республики / В. И. Кочурко, Е. Э. Акбарова, Е. М. Ритвинская // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – Вып. 53. – С. 103–105.
18. Савчиц, Т. Л. Микробный препарат Агромик для стимуляции роста и развития декоративных насаждений / Т. Л. Савчиц, В. А. Тимофеева, Л. А. Головенко, З. М. Алешенкова // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2015. – № 21. – С. 60–65.
19. Соловьева, Е. В. Применение микробного препарата Агромик в растениеводстве / Е. В. Соловьева, З. М. Алешенкова // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – Вып. 53. – С. 92–96.
20. Способ оптимизации фосфатного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. – 2016. – Т. 8. – С. 148–162.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
22. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
23. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum L.*) / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 28 с.
24. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2020. – Режим доступа: <http://www.ggiskzr.by>. – Дата доступа 24.02.2020.
25. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М., 2005. – 328 с.
26. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильников, Г. И. Переверзева. – М.: ООО «Дрофа», 2004. – 256 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 623.437.422:519.8

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ МАСС КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА С ПОДРЕССОРЕННОЙ КАБИНОЙ

Д. А. ЛИННИК, В. И. БУЛГАКОВ

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 08.04.2020)

В настоящее время Республика Беларусь входит в десятку основных мировых производителей колесных тракторов, поэтому в условиях ускоренного развития рыночных отношений и обострения конкуренции на мировом рынке тракторостроение страны должно выйти на качественно новый уровень, обеспечивающий высокие технические показатели, повышенную надежность и долговечность колесных тракторов, которые по условиям труда должны соответствовать требованиям международных стандартов.

Ведущие мировые производители колесных тракторов (John Deere, New Holland, Fendt, Challenger, Steyr, Renault, Diamond, Rubin, МТЗ, Амкодор), в связи с ужесточением международных требований по показателям безопасности труда водителя колесного трактора, ведут постоянные исследования по созданию эффективных виброзащитных систем водителя, выделяют значительные средства на решение проблем, связанных с обеспечением высоких технических показателей, повышением надежности и долговечности тракторов, создавая тем самым условия для претворения теоретических исследований в практику.

Традиционно основное внимание при решении задач виброзащиты водителя колесных тракторов уделяется подвеске сиденья и кабины водителя, что объясняется спецификой конструкции трактора и условиями его эксплуатации. Задача виброзащиты водителя решается путем создания эффективных систем поддрессоривания сиденья и поддрессоривания кабины водителя. В современных колесных тракторах для улучшения виброзащиты водителя колесного трактора широко используется способ вторичного поддрессоривания (поддрессоривание кабины).

Научные методы проектирования подвесок сидений и кабины водителя колесного трактора с эффективной системой виброзащиты и улучшенной эргономикой обеспечат повышение производительности и конкурентоспособности тракторной техники, производимой в Республике Беларусь, и поэтому их разработка представляет актуальную народнохозяйственную и научную задачу.

В настоящее время проблемы, связанные с выбором оптимальных характеристик подвески, наиболее эффективно решаются с помощью математического моделирования динамических систем на ПЭВМ, использующих эффективные компьютерные технологии. ПЭВМ дает возможность выполнить качественный прогноз поведения проектируемой динамической системы в реальных условиях, позволяя аргументированно решать проблему выбора оптимальных параметров упругодемпфирующих характеристик элементов поддрессоривания.

Ключевые слова: *вибрация, водитель, колесный трактор, подвеска кабины, среднеквадратические значения виброускорения.*

Currently, the Republic of Belarus is among the ten major manufacturers of wheeled tractors, so in the conditions of rapid development of market relations and increased competition on the world market, the tractor industry of the country must move to a qualitatively new level, ensuring high performance, increased reliability and durability of wheeled tractors, which must comply with the requirements of international standards for working conditions.

The world's leading manufacturers of wheeled tractors (John Deere, New Holland, Fendt, Challenger, Steyr, Renault, Diamond, Rubin, MTZ, Amkodor), in connection with the tightening of international requirements for the safety of wheel tractor driver, conduct continuous research on effective systems of protecting the driver from vibration, allocate considerable resources to solving problems related to providing high technical performance, increased reliability and durability of the tractors, thus creating the conditions for implementation of theoretical research into practice.

Traditionally, the main attention in solving the problems of protecting wheel tractor driver from vibration is given to the suspension of the driver's seat and cab, which is explained by the specific design of the tractor and the conditions of its operation. The task of protecting the driver from vibration is solved by creating effective systems for suspension of the driver's seat and cab. In modern wheeled tractors, a secondary cushioning method (cab suspension) is widely used to improve the protection of a wheeled tractor driver from vibration.

Scientific methods for designing the suspension of a wheeled tractor driver's seat and cab with an effective vibration protection system and improved ergonomics will increase the productivity and competitiveness of tractor equipment manufactured in the Republic of Belarus, and therefore their development is an urgent national economic and scientific task.

Currently, the problems associated with the choice of optimal suspension characteristics are most effectively solved by mathematical modeling of dynamic systems on a PC using efficient computer technology. A personal computer makes it possible to make a qualitative forecast of behavior of the designed dynamic system in real conditions, making it possible to reasonably solve the problem of choosing the optimal parameters for the elastic-damping characteristics of the suspension elements.

Key words: *vibration, driver, wheeled tractor, cab suspension, rms value of vibration acceleration.*

Введение

Вибрацию рассматривают как сильный стресс-фактор, оказывающий отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу, умственную деятельность человека и повышающий тем самым вероятность возникновения несчастных случаев. Вибрация может прямым путем препятствовать выполнению рабочих операций или косвенно влиять на работоспособность за счет снижения уровня функционального состояния человека [1–4].

По частотному составу вибрацию подразделяют на *низкочастотную вибрацию* (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах 1–4 Гц – для общей вибрации, 8–16 Гц – для локальной вибрации); *среднечастотную вибрацию* (8–16 Гц – для общей вибрации, 31,5–63 Гц – для локальной вибрации); *высокочастотную вибрацию* (31,5–63 Гц – для общей вибрации, 125–1 000 Гц – для локальной вибрации) [1; 3; 5].

Действию общей вибрации подвергается весь организм человека-оператора через пол, сиденье при работе на транспорте, сельскохозяйственной и горнодобывающей технике, обслуживании технологического оборудования. Чаще всего действию вибрации рабочих мест подвергаются механизаторы сельского хозяйства, водители большегрузных машин, бульдозеристы, машинисты экскаваторов и буровых станков. Для современного производства характерны относительно низкие уровни вибрации с преобладанием низкочастотного спектра в октавах 1–8 Гц [1–4].

Французский национальный институт исследований и безопасности по предотвращению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (*INRS*) с помощью регионального бюро медицинского страхования и профилактики (*CRAM*, Франция), лаборатории здоровья и безопасности (*HSL*, Великобритания) и лаборатории вибрационных испытаний (*RMS*, Великобритания) в период с 1997 по 2005 годы проводили исследования по измерению общей вибрации на рабочем месте водителя [6; 7]. В отчетах приводятся выборочные данные, основанные на измерениях общей вибрации на рабочем месте водителя с самыми высокими значениями виброускорения на оси (ось Z). Так, для тракторов сельского хозяйства преобладающими виброускорениями на рабочем месте водителя, являются виброускорения, находящиеся в диапазоне от 0,56 до 0,82 м/с² [6; 7].

На основании вышеизложенного следует акцентировать внимание на том, что 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. Поэтому снижение влияния вибрации на организм водителя колесного трактора является приоритетным направлением научных исследований.

Основная часть

Для создания эффективной виброзащитной системы водителя колесного трактора была составлена математическая модель колесного трактора с поддрессоренной кабиной опытными демпферами (рис. 1).

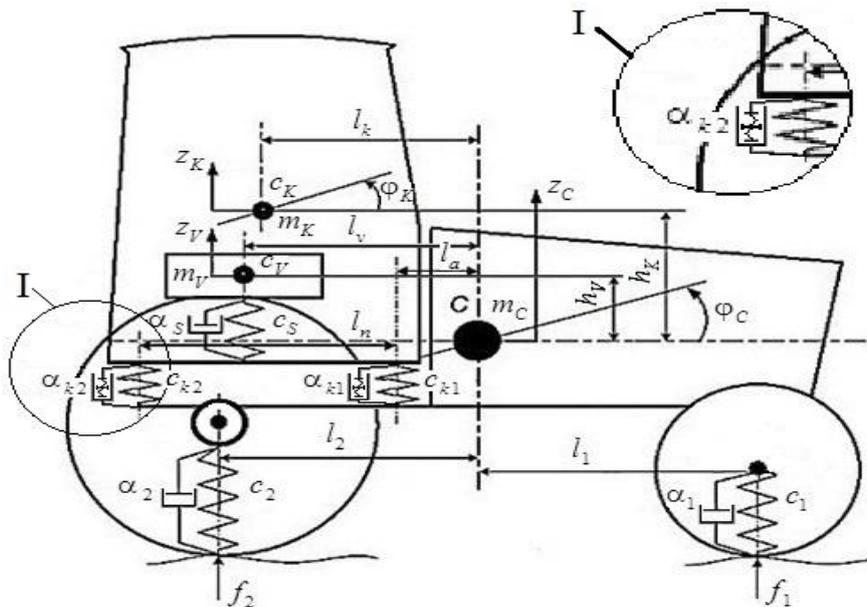


Рис. 1. Расчетная схема колебаний масс колесного трактора с поддрессоренной кабиной опытными демпферами

Для однозначного определения местоположения поддресоренных масс колесного трактора над опорной поверхностью были введены обобщенные координаты (рис. 1): z_C – линейная координата вертикального перемещения центра масс остова трактора, м; z_K – линейная координата вертикального перемещения центра масс кабины трактора, м; z_V – линейная координата вертикального перемещения центра масс сиденья водителя, м; φ_C – угловая координата перемещения остова трактора вокруг поперечной оси, проходящей через центр масс остова, град; φ_K – угловая координата перемещения кабины трактора вокруг поперечной оси, проходящей через центр масс кабины, град.

Массогеометрические параметры рассматриваемой схемы (рис. 1): m_C – поддресоренная масса остова трактора, кг; m_K – поддресоренная масса кабины трактора, кг; m_V – поддресоренная масса сиденья вместе с водителем, кг; J_C – момент инерции остова трактора относительно его поперечной оси, кг·м²; J_K – момент инерции кабины трактора относительно ее поперечной оси, кг·м²; l_1 – расстояние от центра масс остова трактора до его передней оси, м; l_2 – расстояние от центра масс остова трактора до его заднего моста, м; l_n – расстояние между осями кронштейнов крепления кабины к остову по длине, м; l_a – расстояние между передней осью кронштейна крепления кабины к остову и осью, проходящей через центр масс остова трактора, м; l_k – расстояние от центра масс кабины трактора до центра масс остова трактора, м; l_v – расстояние от центра масс сиденья вместе с водителем до центра масс остова трактора, м; h_K – расстояние от центра масс остова трактора до центра масс кабины трактора по высоте, м; h_V – расстояние от центра масс остова трактора до центра масс сиденья вместе с водителем по высоте, м.

Обозначения упругодемпфирующих характеристик элементов подвески и шин колесного трактора (рис. 1): c_1 – коэффициент жесткости шины колеса передней оси трактора, Н/м; c_2 – коэффициент жесткости шины колеса заднего моста трактора, Н/м; c_{k1} – коэффициент жесткости переднего упругого элемента опытного демпфера кабины, Н/м; c_{k2} – коэффициент жесткости заднего упругого элемента опытного демпфера кабины, Н/м; c_S – коэффициент жесткости подвески сиденья водителя, Н/м; α_1 – коэффициент вязкого сопротивления шины колеса передней оси трактора, Н·с/м; α_2 – коэффициент вязкого сопротивления шины колеса заднего моста трактора, Н·с/м; α_{k1} – коэффициент вязкого сопротивления переднего амортизатора опытного демпфера кабины, Н·с/м; α_{k2} – коэффициент вязкого сопротивления заднего амортизатора опытного демпфера кабины, Н·с/м; α_S – коэффициент вязкого сопротивления амортизатора подвески сиденья водителя, Н·с/м.

Для описания неровностей микропрофиля опорной поверхности были использованы функции f_1 и f_2 , описывающие возмущение со стороны неровностей микропрофиля опорной поверхности для переднего и заднего колес трактора.

За положительное направление линейных обобщенных координат принято направление координатных осей, а угловых – направление против часовой стрелки (рис. 1).

Для составления дифференциальных уравнений колебательных и вращательных движений центров масс колесного трактора использовано уравнение Лагранжа 2-го рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{z}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial z_i} = Q_i - \frac{\partial \Pi}{\partial z_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{z}_i}; \quad i=1, \dots, n, \quad (1)$$

где: T , Π , Φ – кинетическая, потенциальная энергии и диссипативная функция, Дж; z_i , Q_i – обобщенные координаты и обобщенная работа моделируемой системы; n – число обобщенных координат.

Разработан алгоритм программы имитационного моделирования колебаний масс колесного трактора, который состоит из следующих блоков:

- Начало моделирования.
- 1: ВИД – ввод исходных данных.
- 2: УНЗ – установка начальных значений.
- 3: $dt = 0$ – начальное значение времени (независимой переменной).
- 4: ФСВОП – формирование случайных воздействий опорной поверхности.
- 5: ВПЧДУ – вычисление правых частей дифференциальных уравнений и расчет координат.
- 6: РК – использование метода Рунге–Кутты для вычисления правых частей дифференциальных уравнений.
- 7: ФМОК – формирование массивов обобщенных координат для построения графиков.
- 8: GRAF – построение графиков и положения модели.
- 9: $dt = dt + h$ – увеличение независимой переменной на шаг интегрирования.
- Окончание моделирования.

Принципом функционирования данного алгоритма является то, что все вычисления должны выполняться в строго определенной последовательности.

Для разработки программы имитационного моделирования использовалась среда *Delphi* [8; 9].

С помощью окна «Параметры» задаются исходные данные для выполнения расчета.

Разработанная программа имитационного моделирования имеет такие возможности, как визуализация движения колесного трактора; вывод графиков ускорения, скорости и перемещения рабочего места (пол кабины, сиденье водителя) водителя колесного трактора, а также экспорт их в *Microsoft Excel*; вывод графиков среднеекватического значения виброускорения на полу кабины и сиденье водителя колесного трактора в вертикальном направлении (ось *Z*) в третьоктавных полосах частот; вывод значений среднеекватического отклонения и дисперсии высоты неровности микропрофиля дороги; вывод фактического и максимального значений среднеекватического виброускорения на сиденье водителя; вывод графиков зависимости среднеекватического значения виброускорения на сиденье водителя от коэффициентов жесткости и вязкого сопротивления элементов подвески кабины, сиденья водителя и скорости движения колесного трактора; создание и сохранение профиля дороги.

Процесс имитационного моделирования движения колесного трактора на ПЭВМ (рис. 2) проводился для определения среднеекватических значений виброускорения в вертикальном направлении (ось *Z*) в третьоктавных полосах частот на рабочем месте водителя (пол кабины, сиденье водителя) в режиме реального времени с визуализацией движения колесного трактора и выводом графиков в *Microsoft Excel* [10].

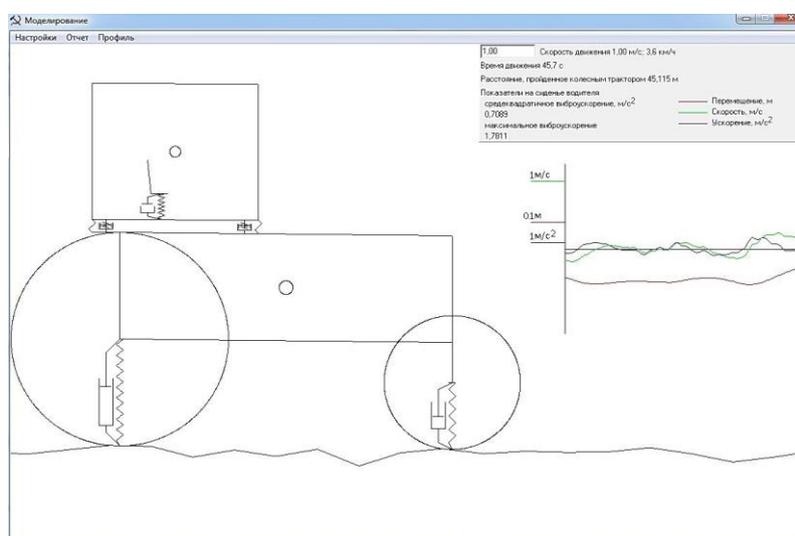


Рис. 2. Окно программы моделирования

В настоящее время имеется достаточное количество данных по характеристикам профилей дорог как функций воздействия на агрегаты колесных тракторов. Например, в [10; 11] приводятся результаты обработки информации, полученной при профилировании (нивелиром) различных дорог (с асфальтовым и цементобетонным покрытиями, а также булыжником различного качества).

В качестве рациональных параметров системы поддрессоривания сиденья водителя колесного трактора были приняты значения: коэффициент вязкого сопротивления $0,5 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}$, коэффициент жесткости $3,5 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$, собственная частота сиденья с водителем $1,3 \text{ Гц}$, амплитуда вертикальных перемещений $0,04\text{--}0,08 \text{ м}$ [12].

Коэффициенты жесткости и вязкого сопротивления элементов ходовой части колесного трактора, масса колес, ширина и диаметр колес, расстояние между осями опор кабины по длине, масса сиденья, давление в шинах, масса кабины и др., принимались как у серийного колесного трактора МТЗ.

Коэффициент жесткости упругих элементов передних (c_{k1}) и задних (c_{k2}) опытных демпферов кабины варьировался в диапазоне от $250 \cdot 10^3$ до $600 \cdot 10^3 \text{ Н}/\text{м}$, коэффициент вязкого сопротивления амортизаторов передних (α_{k1}) и задних (α_{k2}) опытных демпферов кабины варьировался в диапазоне $2 \cdot 10^3\text{--}5,5 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}$.

На рис. 3 представлена зависимость среднеекватических значений виброускорения на рабочем месте водителя от коэффициентов жесткости упругих элементов опытных демпферов кабины в рабочем режиме при различных коэффициентах вязкого сопротивления амортизаторов.

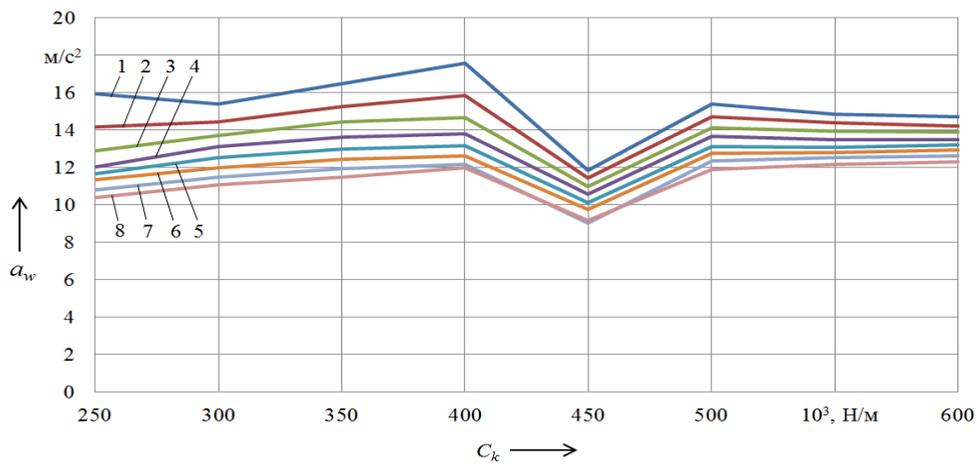


Рис. 3. Зависимость среднеквадратических значений виброускорения на рабочем месте водителя от коэффициентов жесткости упругих элементов опытных демпферов кабины при коэффициентах вязкого сопротивления амортизаторов:

- 1 – $\alpha_{k1-2} = 2 \cdot 10^3$ Н·с/м; 2 – $\alpha_{k1-2} = 2,5 \cdot 10^3$ Н·с/м; 3 – $\alpha_{k1-2} = 3 \cdot 10^3$ Н·с/м; 4 – $\alpha_{k1-2} = 3,5 \cdot 10^3$ Н·с/м; 5 – $\alpha_{k1-2} = 4 \cdot 10^3$ Н·с/м;
6 – $\alpha_{k1-2} = 4,5 \cdot 10^3$ Н·с/м; 7 – $\alpha_{k1-2} = 5 \cdot 10^3$ Н·с/м; 8 – $\alpha_{k1-2} = 5,5 \cdot 10^3$ Н·с/м

Как видно из графика (рис. 3), минимальные среднеквадратические значения виброускорения на рабочем месте водителя в исследуемом диапазоне коэффициентов вязкого сопротивления $2 \cdot 10^3$ – $5,5 \cdot 10^3$ Н·с/м отмечены при коэффициенте жесткости упругих элементов опытных демпферов кабины $4,5 \cdot 10^5$ Н/м.

Таким образом, для достижения минимальных среднеквадратических значений виброускорения на рабочем месте водителя колесного трактора коэффициент жесткости элемента опытного демпфера кабины колесного трактора должен варьироваться в диапазоне $4,0 \cdot 10^5$ – $4,5 \cdot 10^5$ Н/м, а коэффициент вязкого сопротивления амортизатора опытного демпфера кабины должен быть выбран из диапазона $5,0 \cdot 10^3$ – $5,5 \cdot 10^3$ Н·с/м.

Сила вязкого сопротивления амортизатора опытного демпфера кабины описывается уравнением:

$$R_{ам} = 8245,10 \cdot \dot{z} + 9354,53 \cdot \dot{z}^2 - 28581,63 \cdot \dot{z}^3 + 168156,10 \cdot z - 29872312,54 \cdot z^2 + 1024041517,61 \cdot z^3, \quad (2)$$

где: \dot{z} – скорость поршня опытного амортизатора, м/с; z – деформация пружин поршневого узла опытного амортизатора, м.

Для того чтобы определить силу $R_{ам}$ за основу были использованы экспериментальные данные, которые были получены в ходе проведения лабораторных испытаний опытного амортизатора на базе аккредитованной испытательной лаборатории производства автомобильных агрегатов ОАО «Белкард». Выполним имитационное моделирование колебаний масс колесного трактора на ПЭВМ для оценки эффективности модернизированной системы поддресоривания кабины колесного трактора, т. е. когда кабина установлена на остов через четыре опытных демпфера кабины колесного трактора (рис. 1). Позиции 1 и 2 на рис. 4 соответствуют полученным результатам экспериментальных исследований для существующей системы виброзащиты рабочего места водителя колесного трактора, т. е. когда кабина колесного трактора установлена на остов через четыре резинометаллических конических виброизолятора, а позиции 3 и 4 – для модернизированной системы виброзащиты.

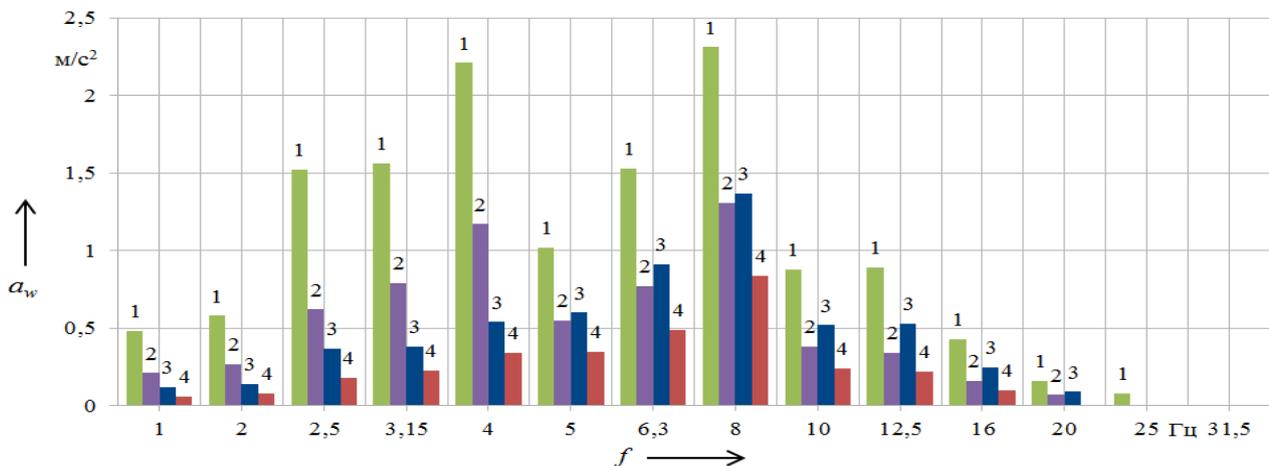


Рис. 4. Среднеквадратические значения виброускорения при передвижении колесного трактора по грунтовой дороге со скоростью 10,8 км/ч; 1 – пол кабины; 2 – сиденье водителя; 3 – пол кабины; 4 – сиденье водителя

Из анализа графика (рис. 4) можно сделать вывод, что использование в поддресоривании кабины колесного трактора опытных демпферов обеспечивает снижение величины среднеквадратических значений виброускорения в третьоктавных полосах частот (1–4 Гц) в вертикальном направлении на рабочем месте водителя на 70–75 % по сравнению с существующей системой виброзащиты кабины.

Заключение

Разработана математическая модель колебаний масс колесного трактора с поддресоренной кабиной опытными демпферами, позволившая определить рациональные значения параметров упруго-демпфирующих характеристик элементов подвески кабины ($c_{k1} = c_{k2} = 4 \cdot 10^5 - 4,5 \cdot 10^5$ Н/м, $\alpha_{k1} = \alpha_{k2} = 5 \cdot 10^3 - 5,5 \cdot 10^3$ Н·с/м).

Разработаны алгоритм и программа имитационного моделирования колебаний масс колесного трактора на ПЭВМ, позволяющие оценить вибронегруженность рабочего места водителя в интерактивном режиме. Установлено, что модернизированная система поддресоривания кабины колесного трактора обеспечивает снижение величины среднеквадратических значений виброускорения в третьоктавных полосах частот (1–4 Гц) в вертикальном направлении на рабочем месте водителя на 70–75 % по сравнению с существующей системой виброзащиты кабины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиена труда: учебник / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 592 с.
2. Артамонова, В. Г. Профессиональные болезни: учебник / В. Г. Артамонова, Н. А. Мухин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2004. – 480 с.
3. Профессиональные болезни: учеб. для студентов учреждений высш. проф. образования / Н. Ф. Измеров [и др.]; под ред. Н. Ф. Измерова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 464 с.
4. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н. Ф. Измерова. – М., 2011. – 784 с.
5. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», Гигиенического норматива «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий» [Электронный ресурс]: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 26 дек. 2013 г., № 132; внес. доп. 15 апр. 2016 г. № 57 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь: нормативно-правовая база. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/tekhnicheskie-normativnye-pravovye-akty/teksty-tekhnicheskikh-normativnykh-aktov/sanitarnye-normy-i-gigienicheskie-normativy-reglamentiruyushchie-osnovnye-trebovaniya-pri-vo.php>. – Дата доступа: 12.03.2019.
6. Cutini, M. Whole-Body Vibration in Farming: Background Document for Creating a Simplified Procedure to Determine Agricultural Tractor Vibration Comfort / M. Cutini, M. Brambilla, C. Bisaglia // Agriculture. – 2017. – Vol. 7, Is. 84. – 20 p.
7. Guide to Good Practice on Whole-Body Vibration / European Union (EU). – Brussel, 2006. – 425 p.
8. Фаронов, В. В. Программирование баз данных в Delphi 7. Учебный курс / В. В. Фаронов. – СПб.: Питер, 2006. – 459 с.
9. Бакнелл, Д. М. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных в Delphi : пер. с англ. / Д. М. Бакнелл. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2003. – 560 с.
10. Линник, Д. А. Теоретические исследования колебаний масс колесного трактора с моделированием случайных возмущений на ПЭВМ / Д. А. Линник // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2015. – № 2 (47) – С. 23–33.
11. Амелъченко, Н. П. Подвеска сиденья водителя колесного трактора: моногр. / Н. П. Амелъченко, В. А. Ким; под ред. И. С. Сазонова. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2006. – 180 с.
12. Микулик, Т. Н. Методика и алгоритм управления колебаниями системы «оператор-сиденье» транспортных средств: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Т. Н. Микулик; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2015. – 25 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БИО- И ПРИРОДНОГО ГАЗА В ДВС КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

В. А. ШАПОРЕВ

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

(Поступила в редакцию 13.04.2020)

Целью данной статьи является исследование эффективных показателей работы дизельного двигателя 4ChN 11,0/12,5 (D-245.5S2) и показателей его токсичности и дымности по внешней скоростной характеристике на чистом дизельном топливе (ДТ) и на смесях 85 % ДТ + 15 % биогаза (БГ), 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % природного газа (ПГ) и 70 % ДТ + 30 % ПГ при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т. Данные исследования подтверждают целесообразность использования БГ и ПГ для решения проблем дефицита жидкого топлива, снижения эксплуатационных расходов, снижения уровня токсичности отработавших газов (ОГ).

По результатам данных исследований дизеля следуют основные выводы:

– эффективные показатели работы дизельного двигателя на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ показывают незначительное снижение мощности, крутящего момента и КПД, а также работа дизеля характеризуется увеличением удельного эффективного расхода теплоты смеси и увеличением суммарно потребного количества теплоты, вводимой в цилиндры дизеля;

– показатели токсичности и дымности дизельного двигателя по внешней скоростной характеристике на смешанных топливах, состоящих из 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ, сопровождаются снижением выбросов с ОГ частиц сажи, оксидов азота и диоксида углерода, а также незначительным увеличением оксидов углерода и углеводородов.

Ключевые слова: биогаз, природный газ, дизель, дизельное топливо, отработавшие газы, дымность, токсичность.

The purpose of this article is to study the effective performance of diesel engine 4ChN 11.0/12.5 (D-245.5S2) and indicators of its toxicity and smoke content according to external speed characteristics on pure diesel fuel (DF), and mixtures of 85 % DF + 15 % biogas (BG), 70 % DF + 30 % BG, 85 % DF + 15 % natural gas (NG) and 70 % DF + 30 % NG with a rational value of the fuel injection advance angle $\Theta = 22^\circ$ to top dead center. These studies confirm the feasibility of using BG and NG to solve the problems of shortage of liquid fuel, reduce operating costs, reduce the level of toxicity of exhaust gases.

According to the results of these studies of diesel, the main conclusions follow:

– the effective performance of diesel engine on mixtures 85 % DF + 15 % BG, 70 % DF + 30 % BG, 85 % DF + 15 % NG and 70 % DF + 30 % NG show a slight decrease in power, torque and efficiency, and the operation of diesel engine is characterized by an increase in the specific effective consumption of mixture heat and an increase in the total required amount of heat introduced in diesel cylinders;

– indicators of toxicity and smokiness of diesel engine according to external speed characteristics on mixed fuels consisting of 85 % DF + 15 % BG, 70 % DF + 30 % BG, 85 % DF + 15 % NG and 70 % DF + 30 % NG are accompanied by a decrease in exhaust gases emissions of soot particles, nitrogen oxides and carbon dioxide, as well as a slight increase in carbon oxides and hydrocarbons.

Key words: biogas, natural gas, diesel, diesel fuel, exhaust gases, smoke, toxicity.

Введение

Большая часть автотракторных двигателей работают на жидком топливе, которыми являются продукты перегонки нефти, в частности бензин и дизельное топливо.

В свою очередь автотракторная техника является серьезным источником загрязнения окружающей среды и создает угрозу экологической безопасности. Рост выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) от автотракторной техники вызван не только увеличением их количества, так и ухудшением технического состояния, и низким уровнем технико-эксплуатационных показателей автомобилей, несоответствием требованиям стандартов, использованием низкокачественного моторного топлива. Поэтому тенденция роста выбросов вредных веществ с ОГ от автотракторной техники в ближайшие годы сохранится, но возможно и увеличится. Главным образом наибольшее воздействие автотракторная техника оказывает на атмосферный воздух городов, в связи с чем эта проблема является одной из самых актуальных и серьезнейших для всех городов мира [1–3].

Загрязнение воздуха выбросами вредных веществ ОГ автотракторной техники, вызывает риск потери здоровья у населения, при этом наибольшую опасность представляют выбросы вредных веществ ОГ канцерогенных (сажи, бензола, свинца, 1,3-бутадиена) и опасных органических веществ (формальдегида, акролеина, толуола, ксилолов) [4].

Надлежащим образом повышение цен на бензин и дизельное топливо, а также неэкологичность и исчерпаемость нефти подталкивает на применение недорогого и экологически чистого топлива, в ка-

честве которых могут выступать альтернативные газовые виды топлива, такие как природный газ, нефтяной газ, генераторный газ, биогаз и другие.

Природный газ представляет собой смесь различных веществ, но основную часть природного газа составляет метан от 70 до 98 % в его состав, также могут входить этан, бутан и другие газы, не являющиеся углеводородами (сероводород, диоксид углерода и др.). Качество и состав природного газа зависят от места добычи.

Биогаз представляет из себя смесь из 50–80 % метана, 20–50 % углекислого газа, до 1 % сероводорода и незначительных следов азота, кислорода и водорода, а также продуктов метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения, осуществляемого специфическим природным биоценозом анаэробных бактерий различных физиологических групп [5, 6].

Целью данной работы является исследование эффективных показателей работы дизельного двигателя и показателей его токсичности и дымности по внешней скоростной характеристике на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т. [7]. При проведении исследований ДТ замещалось БГ и ПГ в процентном отношении по величине суммарной вводимой в цилиндры дизеля теплоты, значение которой оставалось постоянным. Количество содержания БГ и ПГ, равное 15 % и 30 % было выбрано из условия наличия необходимого воздуха для обеспечения полноты процесса сгорания.

Основная часть

Экспериментальные исследования дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) проводились в научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания» УО БГСХА на кафедре «Тракторов, автомобилей и машин для природообустройства».

Переоборудование двигателя внутреннего сгорания в газодизель целесообразно проводить на базе дизельных двигателей с высокой степенью сжатия. При этом возможно изменение показателей работы газодизеля вызвано различиями в физико-химических свойствах исследуемых топлив (табл. 1) [8, 9].

Таблица 1. Физико-химические свойства дизельного топлива, биогаза и природного газа

Физико-химические свойства	Топливо		
	ДТ	Биогаз (объемная доля, %)	Природный газ (объемная доля, %)
Формула состава	$C_{16,2}H_{28,5}$ (условная)	CH ₄ (61,2) CO ₂ (15...35) H ₂ (до 1) H ₂ S (до 1) Примеси (3)	CH ₄ (95,4) CO ₂ (1) N ₂ (до 1,5) Примеси (2,5)
Плотность при 20 °С, кг/м	830	1,16	0,809
Теплота сгорания, МДж/кг ³	42,5	17,92	50,1
Цетановое число	45	1	3
Температура самовоспламенения, °С	250	700	540
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,35	6,9	17,2
Метановое число	–	123	100

Влияние БГ и ПГ в смесевых составах с ДТ на изменение эффективных показателей дизеля представлена на внешней скоростной характеристике (рис. 1).

Данный график показывает, что работа дизеля на смесях ДТ и БГ, а также ДТ и ПГ вызывает некоторое изменение его эффективных показателей. Так, кривые значений эффективного КПД снижаются в сравнении с аналогичной кривой для ДТ во всем диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала. Величина КПД при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ составляет $\eta_e=37,2\%$ для ДТ, а для случая смеси 85 % ДТ + 15 % БГ – $\eta_e=35\%$, и, наконец, $\eta_e=34,1\%$ для смеси 70 % ДТ + 30 %, соответственно для смесей 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ значение эффективного КПД составило $\eta_e=36,6\%$ и $\eta_e=34,7\%$. Следовательно, эффективный КПД дизеля понижается с ростом замещения чистого ДТ биогазом на 5,91 % и 8,1 %, а с ростом замещения ПГ на 1,61 % и 6,72 %.

Незначительное снижение эффективной мощности и крутящего момента дизеля с добавлением БГ и ПГ происходит по всему диапазону изменения частоты вращения коленчатого вала. При $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ мощность дизеля, работающего только на ДТ, составляет $N_e = 68 \text{ кВт}$, а на смесях 85% ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ ее значение составляет $N_e = 67 \text{ кВт}$ и $N_e = 65 \text{ кВт}$, соответственно на смесях 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ значение мощности составляет $N_e = 67,6 \text{ кВт}$ и $N_e = 66,2 \text{ кВт}$. Непременно – мощность незначительно уменьшается с замещением ДТ в процентном от-

ношении на смесях с добавлением 15 % БГ и 30 % БГ на 1,47 % и 4,41 %, а на смесях с добавлением 15 % ПГ и 30 % ПГ на 0,58 % и 2,65 %.

Крутящий момент при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ дизельного двигателя, работающего на чистом ДТ, составляет $M_k=363 \text{ Н}\cdot\text{м}$ на смесях с добавлением 15 % БГ и 30 % БГ его значение составляет $M_k=354 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и $M_k=344 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а при добавлении 15 % ПГ и 30 % ПГ в смесях его значение составляет $M_k=359 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и $M_k=350 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Крутящий момент идет на уменьшение с замещением ДТ 15 % БГ и 30 % БГ на 2,47 % и 5,23 %, а с замещением ДТ 15 % ПГ и 30 % ПГ на 1,1 % и 3,58 %.

Несущественное снижение мощности, крутящего момента и эффективного КПД дизельного двигателя на смесях ДТ с БГ или с ПГ означает, что снизилась эффективность процесса сгорания (его скорость и полнота). Общее количество теплоты, вводимой в цилиндры дизеля, поддерживалось на одинаковом уровне, но вблизи ВМТ выделяется тепла меньше, дальше от ВМТ – больше. Количество тепла, выделяющегося вблизи ВМТ, как раз и определяет эффективность рабочего цикла.

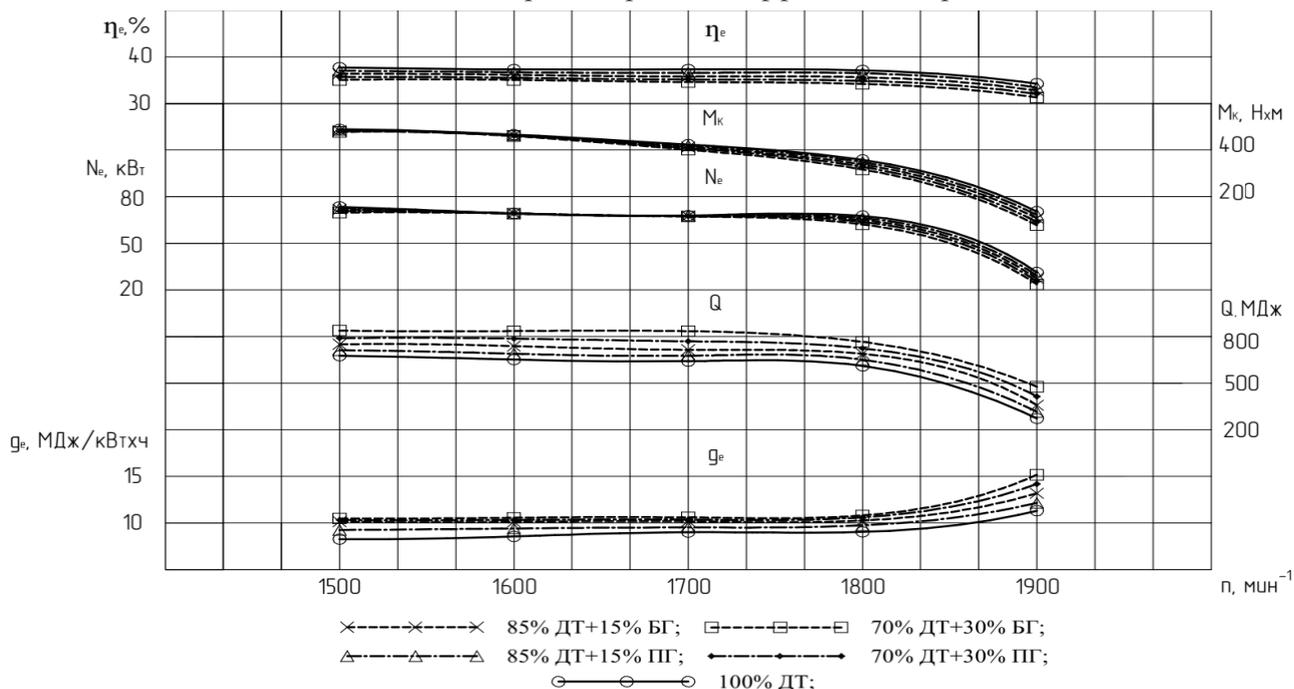


Рис. 1. Скоростная характеристика дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{\text{оп.впр}}=22^\circ$ до в.м.т.

Вид изменения необходимого значения вводимой теплоты Q в цилиндры дизеля иллюстрируется её ростом по всему диапазону изменения частоты вращения. Значения теплоты Q при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ для ДТ и смесей 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ составляют $Q=616,25 \text{ МДж}$, $Q=695,94 \text{ МДж}$ и $Q=738,08 \text{ МДж}$, равным образом для смесей 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ составляет $Q=649,4 \text{ МДж}$ и $Q=714,66 \text{ МДж}$. Теплоты Q , вводимой в цилиндры дизеля при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ, необходимо больше, чем для работы на чистом ДТ на 12,93 %, 19,77 %, 5,37 % и 15,96 %.

За исключением того, из графика (рис. 1) видно, что при работе дизельного двигателя на чистом ДТ значение удельного эффективного расхода теплоты g_e значительно меньше, чем на смесевых топливах с добавлением 15 % БГ, 30 % БГ, 15 % ПГ и 30 % ПГ. Так, при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ и работе на чистом ДТ удельный эффективный расход теплоты составляет $g_e= 9,00 \text{ МДж/кВт}\cdot\text{ч}$, для смесей с добавлением 15 % БГ и 30 % БГ его значения равны $g_e= 10,44 \text{ МДж/кВт}\cdot\text{ч}$ и $g_e= 10,61 \text{ МДж/кВт}\cdot\text{ч}$, а для смесей с добавлением 15 % ПГ и 30 % ПГ его значения равны $g_e= 9,65 \text{ МДж/кВт}\cdot\text{ч}$ и $g_e= 10,52 \text{ МДж/кВт}\cdot\text{ч}$. В отношении к ДТ, этот рост равен 16 % и 17,88 %, соответственно, для смесей с добавлением 15 % БГ и 30 % БГ, а также 7,22 % и 16,8 %. Имеющиеся увеличение удельного эффективного расхода теплоты и общего потребного количества теплоты, вводимой в цилиндры дизельного двигателя объясняется меньшим значением нижней расчетной теплоты сгорания БГ и ПГ и замедлением скорости его сгорания по отношению к ДТ.

Влияние применения смесей, состоящих из 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ на экологические показатели работы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 по внешней скоростной характеристике представлены на рис. 2.

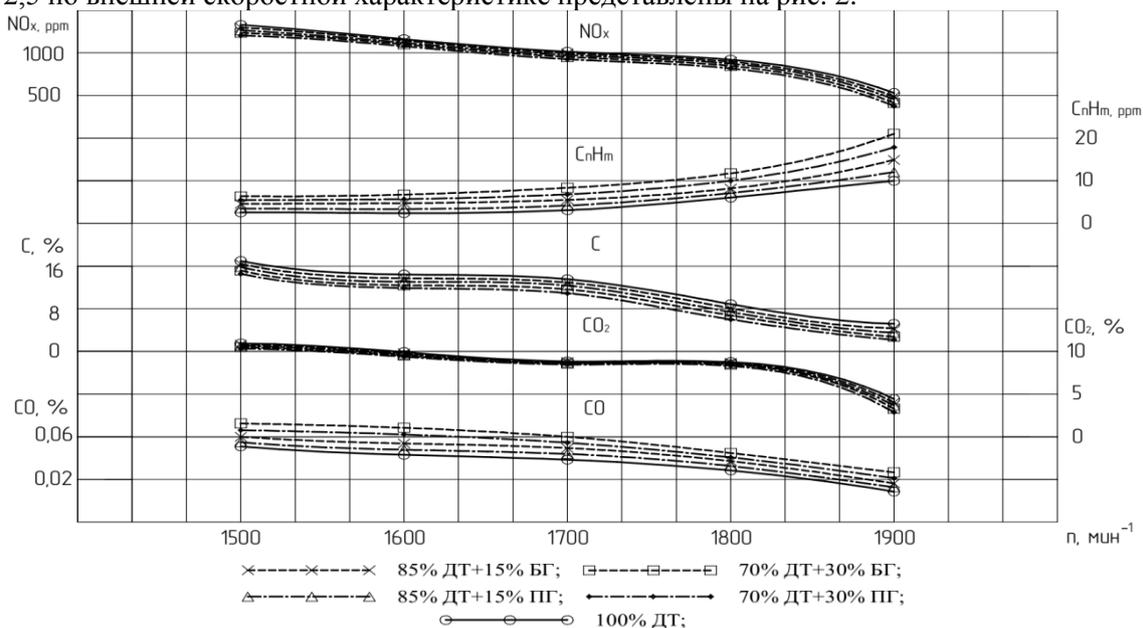


Рис. 2. Показатели токсичности и дымности дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от частоты вращения коленчатого вала при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

В результате экспериментальных исследований было выявлено, что добавление 15 % БГ, 30 % БГ, 15 % ПГ и 30 % ПГ в ДТ приводит к уменьшению количества оксидов азота NO_x и диоксида углерода CO₂ в ОГ дизеля 4ЧН 11,0/12,5. При номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя n=1800 мин⁻¹ и работе на чистом ДТ содержание оксидов азота NO_x составляет 909 ppm, а для смесей 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ эти значения равны 889 ppm, 876 ppm, 881 ppm и 859 ppm. То есть, содержание оксидов азота NO_x в ОГ дизеля при его работе на смесях с добавлением 15 % БГ, 30 % БГ, 15 % ПГ и 30 % ПГ меньше, чем при работе на чистом ДТ на 2,2 %, 3,63 %, 3,1 % и 5,5 %. Выбросы диоксида углерода CO₂ с ОГ незначительно уменьшаются с ростом замещения чистого ДТ на БГ или ПГ, что в процентном соотношении составляет 1,2 % и 11 % для смеси 15 % БГ и 30 % БГ с ДТ, также снижение составляет 4,8 % и 15,2 % для смеси 15 % ПГ и 30 % ПГ с ДТ. Снижение оксидов азота NO_x можно объяснить тем, что их эмиссия находится в прямой зависимости от содержания свободного кислорода в пламени при условии достаточно высокой его температуры [10]. Снижение локальной и средней температуры цикла в случае работы дизеля на смесях с БГ непосредственно обуславливает снижение эмиссии оксидов азота.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала содержание сажи С в ОГ также снижается. В частности, при n=1800 мин⁻¹ уровень сажи в ОГ дизеля, работающего на чистом ДТ составляет C=8,8%, а при работе дизеля на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ и той же частоте вращения коленчатого вала выбросы сажи составляют C=7,4 % и C=6,3 %, а для смесей 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ выбросы сажи составляют C=6,9 % и C=5,8 %, т. е., с увеличением БГ и ПГ в смесевых составах с ДТ содержание сажи снижается на 15,9 % и 28,4 % для БГ, и на 21,6 % и 34,1 % для ПГ. Данное снижение сажи объясняется тем, что ее образование зависит от свойств топлива. Также чем выше молекулярный вес предельных и непредельных углеводородов с прямыми цепями, тем выше скорость образования сажевых частиц. Молекулярный вес предельных и непредельных углеводородов БГ и ПГ значительно ниже чем у ДТ, таким образом следует снижение частиц сажи с выбросами ОГ [10].

Анализируя результаты замера выбросов оксида углерода CO и углеводородов C_nH_m видно, что данные показатели изменяются с увеличением количества БГ или ПГ в смесевых составах и с увеличением частоты вращения коленчатого вала. На номинальном режиме n=1800 мин⁻¹ при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ выбросы CO в процентном отношении к ДТ увеличиваются на 33,3 % и 46,4 %, соответственно при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ выбросы CO увеличиваются на 26,4 % и 38,5 %. Выбросы углеводородов C_nH_m с ОГ увеличиваются на 8,3 % и 66,4 % при работе дизеля на смесевых составах с добавлением 15 % БГ и

30 % БГ относительно при работе на чистом ДТ, а с добавлением 15 % ПГ и 30 % ПГ это соотношение составляет 6,6 % и 48,92 %. Рост выбросов несгоревших углеводородов при работе дизеля с добавками БГ можно объяснить наличием в последнем многочисленных плохо горящих компонентов, а также малым избытком свободного кислорода, необходимого для окисления в частности с добавлением в смеси ПГ. Рост выбросов оксида углерода СО объясняется снижением коэффициента избытка воздуха в топливовоздушной смеси, снижением наличия свободного кислорода [11].

Смеси, содержащие ПГ сопровождаются значительным преимуществом относительно смесям, содержащим БГ, данное обстоятельство объясняется большей долей содержания метана и цетанового числа ПГ относительно БГ (табл. 1).

Заключение

Эффективных показателей работы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) и показателей его токсичности и дымности по внешней скоростной характеристике на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{\text{оп.впр}}=22^\circ$ до в.м.т., подтверждают целесообразность использования биогаза и природного газа для решения проблем дефицита жидкого топлива и моторного масла, снижения эксплуатационных расходов, снижения уровня токсичности отработавших газов.

Анализ данных исследований, позволяет сделать следующие выводы относительно работы дизеля на чистом дизельном топливе:

– эффективные показатели работы дизеля на данных смесях показывают незначительное снижение мощности на 1,47 %, 4,41 %, 0,58 %, 2,65 %, крутящего момента на 2,47 %, 5,23 %, 1,1 %, 3,58 % и КПД на 5,91 %, 8,1 %, 1,61 % и 6,72 %, а также работа дизеля характеризуется увеличением удельного эффективного расхода теплоты смеси на 12,93 %, 19,77 %, 5,37 %, 15,96 % и увеличением суммарно потребного количество теплоты, вводимой в цилиндры дизеля на 16 %, 17,88 %, 7,22 % и 16,8 %;

– экологические показатели сопровождаются снижением выбросов с ОГ частиц сажи на 15,9 %, 28,4 %, 21,6 %, 34,1 %, оксидов азота на 2,2 %, 3,63 %, 3,1 %, 5,5 % и диоксида углерода на 1,2 %, 11 %, 4,8 % и 15,2 %, а также незначительным увеличением оксидов углерода на 33,3 %, 46,4 %, 26,4 %, 38,5 % и углеводородов на 8,3 %, 66,4 %, 6,6 % и 48,92 %.

Данные преимущества использования биогаза и природного газа в качестве альтернативного топлива для дизелей, перекрывает все незначительные недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле. Часть I: монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков – Киров: Типография «Авангард», 2011. – 116 с.
2. Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие / В. А. Марков [и др.]. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
3. Плотников, С. А. Система питания генераторным газом ДВС и установка для его осуществления. Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе современных информационно-коммуникационных технологий. Сб. науч. тр. по мат. заоч. науч.-практ. конф. / С. А. Плотников, А. С. Зубакин, А. Н. Коротков. – Воронеж, 2015. – С. 66–69.
4. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки, БГСХА, 2013. – 376 с.
5. Кавтарадзе, Р. З. Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород / Р. З. Кавтарадзе. – Московский гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. – М., 2011. – 238 с.
6. Kartashevich A. N. Flammability of New Diesel Fuels. / S. A. Plotnikov // Russian Engineering Research, 2018, Vol. 38, No. 6, pp. 424–427.
7. Карташевич, А. Н. Определение рациональных регулировок дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на смесях дизельного топлива с биогазом. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. / А. Н. Карташевич, В. А. Шаповалов, С. А. Плотников – 2019. – № 1. – С. 149–153.
8. Работа дизелей на нетрадиционных топливах: учебное пособие / В. А. Марков [и др.]. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
9. Васильев, Ю. Н. Газовые и газодизельные двигатели / Ю. Н. Васильев, Л. С. Золотаревский, С. И. Ксенофонов. – М: РАО «Газпром». 1992. – 127 с.
10. Гуреев, А. А. Исследование влияния свойств топлива на сажеобразование / А. А. Гуреев, В. З. Малахов, М. М. Ховак. – Тр. МАДИ, 1975, Автотракторные двигатели внутреннего сгорания, Вып. 92. – С. 29–38.
11. Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени. Пер. с англ. / Под ред. Ю. Ф. Дитякина. – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА НА ДИЗЕЛЕ 4ЧН 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСЯХ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С БИО- И ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

А. Н. КАРТАШЕВИЧ, В. А. ШАПОРЕВ, Р. С. ДАРГЕЛЬ

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

(Поступила в редакцию 14.04.2020)

Изложены результаты экспериментальных исследований, проведенных на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» БГСХА в специализированной научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания» по выявлению влияния состава смешанного топлива, состоящего из 85 % дизельного топлива (ДТ) + 15 % биогаза (БГ), 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % природного газа (ПГ) и 70 % ДТ + 30 % ПГ на эффективные и экологические показатели работы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) и определению рационального значения установочного угла опережения впрыскивания топлива данного дизеля. Также в статье представлено описание экспериментальной установки и дополнительного оборудования.

Проведенный комплекс экспериментальных исследований подтвердил возможность использования БГ и ПГ в качестве альтернативного топлива для дизельных двигателей. Применение газомоторного топлива на основе БГ или ПГ позволяет улучшить эксплуатационные показатели дизеля путем сокращения расхода ДТ. Эффективные показатели работы дизеля на данных смесях показывают незначительное снижение мощности, крутящего момента и КПД, а также показывают рост удельного эффективного расхода теплоты смеси. Экологические показатели сопровождаются значительным снижением выбросов с отработавшими газами (ОГ) частиц сажи и оксидов азота, что в свою очередь являются основными токсичными компонентами, и малозначительными выбросами с ОГ диоксида углерода, оксида углерода и углеводородов. Рациональным значением для работы дизеля на смесях с добавлением БГ и ПГ следует считать угол опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр.} = 22^\circ$ поворота коленчатого вала (п.к.в.).

Ключевые слова: дизель, дизельное топливо, биогаз, природный газ, отработавшие газы, дымность, токсичность.

We have presented results of experimental studies conducted at the Department «Tractors, cars and machines for environmental management» of BSAA in the specialized research laboratory «Testing of internal combustion engines» to identify the influence of composition of mixed fuel consisting of 85 % diesel fuel (DF) + 15 % biogas (BG), 70 % DF + 30 % BG, 85 % DF + 15 % natural gas (NG) and 70 % DF + 30 % NG on the efficient and environmental performance of the diesel 4ChN 11.0/12.5 (D-245.5S2) and to determine the rational value of setting angle of fuel injection advance of this diesel. The article also provides a description of the experimental installation and additional equipment.

The conducted set of experimental studies confirmed the possibility of using BG and NG as an alternative fuel for diesel engines. The use of gas-engine fuel based on BG or NG can improve the performance of diesel engines by reducing the consumption of diesel fuel. The effective performance of diesel engine on these mixtures shows a slight decrease in power, torque and efficiency, and also shows an increase in the specific effective consumption of mixture heat. Environmental indicators are accompanied by a significant decrease in exhaust gases emissions of soot particles and nitrogen oxides, which in turn are the main toxic components, and insignificant exhaust gases emissions of carbon dioxide, carbon monoxide and hydrocarbons. The rational value of fuel injection advance angle for the operation of a diesel engine on mixtures with the addition of BG and NG should be $\Theta = 22^\circ$ of crankshaft rotation.

Key words: diesel, diesel fuel, biogas, natural gas, exhaust gases, smoke content, toxicity.

Введение

В последнее время возрастает интерес к возобновляемым источникам энергии практически во всех странах мира. В первую очередь это связано с надвигающимся энергетическим кризисом. На сегодня, по оценкам ученых, балансовые запасы нефти на планете составляют всего 400 млрд т, а ежегодная ее добыча примерно 3 млрд т. С учетом современных технологий разработки месторождений и при существующих ценах на нефть этих запасов хватит максимум на 50–75 лет. Соответственно напрашивается вывод: необходимо максимально быстро развивать возобновляемую энергетику. Одним из перспективных направлений в этой области является переработка сельскохозяйственных отходов [1–3].

Производство биогаза (БГ) на основе отходов животноводства в Республике Беларусь является важным направлением в обеспечении региональной энергетической безопасности. Ежегодно только за счет использования навоза КРС, свиного навоза, птичьего помета, отходов зерно- и мясопереработки страна могла бы получать до 2,5 млрд м³ БГ и на его основе до 5 млрд кВт·ч электрической энергии. При этом собственная годовая потребность агропромышленного комплекса Беларуси составляет около 3,5 млрд кВт·ч. [4].

Наиболее крупные биогазовые установки аграрного сектора Беларуси: ОАО «Гомельская птицефабрика» (340 кВт), «Западный» (540 кВт); «Белорусский» (340 кВт) и «Сельскохозяйственное производство Снов» (2 МВт). Принимая во внимание важность утилизации отходов, в Беларуси практи-

чески каждый год строятся новые биогазовые установки и заводов, работающих на сельскохозяйственных отходах [5].

Национальная политика в области использования возобновляемых источников энергии в Беларуси осуществляется в соответствии со следующими документами:

1. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 8 января 2015 г. № 239-З [6].
2. Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. № 204-З [7].
3. Директива Президента Республики Беларусь «Экономика в качестве основного фактора экономической безопасности государства» от 14 июня, 2007, № 3 [8].
4. Национальная программа рационального использования энергетических ресурсов на 2011–2015 годы (утверждена Советом Министров Республики Беларусь, 24 декабря 2010 года № 1882) [9].
5. Национальная программа «Развитие местных, возобновляемых источников энергии на 2011–2015 годы» [10].
6. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы [11].
7. Государственная программа «Энергосбережение» Республики Беларусь на 2016–2020 годы [12].

Республика Беларусь обладает огромным потенциалом для развития такого альтернативного вида моторного топлива как БГ.

Целью данной работы является разработка новых составов топлив на основе ДТ, БГ и ПГ, удовлетворяющих требованиям их применения в дизеле, а также определение рационального значения установочного угла опережения впрыскивания топлива при работе дизеля на смесях, состоящих из 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ.

Основная часть

Экспериментальное исследование по выявлению влияния состава смесового топлива на эффективные и экологические показатели, а также определение рационального значения установочного угла опережения впрыскивания топлива при работе дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) на смесях, состоящих из 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ, проводилось на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» БГСХА в специализированной научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания».

В состав экспериментальной установки входил электротормозной нагрузочный стенд САК-N670 с балансирной маятниковой машиной, дизель 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) и комплект измерительных приборов с выводом данных на монитор компьютера (рис. 1). Частота вращения коленчатого вала двигателя измерялась путем установки электронного датчика на коленчатый вал. Крутящий момент на коленчатом валу двигателя измерялся с помощью динамометрического устройства, входящего в состав нагрузочного стенда. Расход топлива определялся массовым способом при помощи электронного расходомера АИР-50 с весовым устройством. Подача БГ и ПГ осуществлялась по запатентованной конструкции [13]. Анализ проб ОГ производился с помощью автоматического газоанализатора Мага MGT-5. Дымность ОГ измерялась с помощью дымомера СИДА-107 «АТЛАС». Все приборы прошли государственную поверку.



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

При проведении исследований ДТ замещалось БГ и ПГ в процентном отношении по величине суммарной вводимой в цилиндры дизеля теплоты, значение которой в данном случае оставалось постоянным.

Переводя дизель для работы на смеси 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ, важно сохранить его мощностные и экономические показатели на уровне, установленном заводом-изготовителем. Для выполнения этого условия было необходимо определить эффективные регулировки системы топливоподачи дизеля. С этой целью первоначально было установлено влияние составов БГ, ПГ и ДТ на значения рационального установочного угла опережения впрыскивания топлива. Согласно руководству по эксплуатации, установочный угол опережения впрыскивания топлива для тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на чистом ДТ составляет $\Theta_{впр}=18^\circ$ п.к.в.

Рациональный установочный угол опережения впрыскивания топлива определялся из соответствующей регулировочной характеристики (рис. 2 и 3), для построения которой снимался ряд нагрузочных характеристик по подаче топлива при различных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива для составов 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ, а также 70 % ДТ + 30 % ПГ.

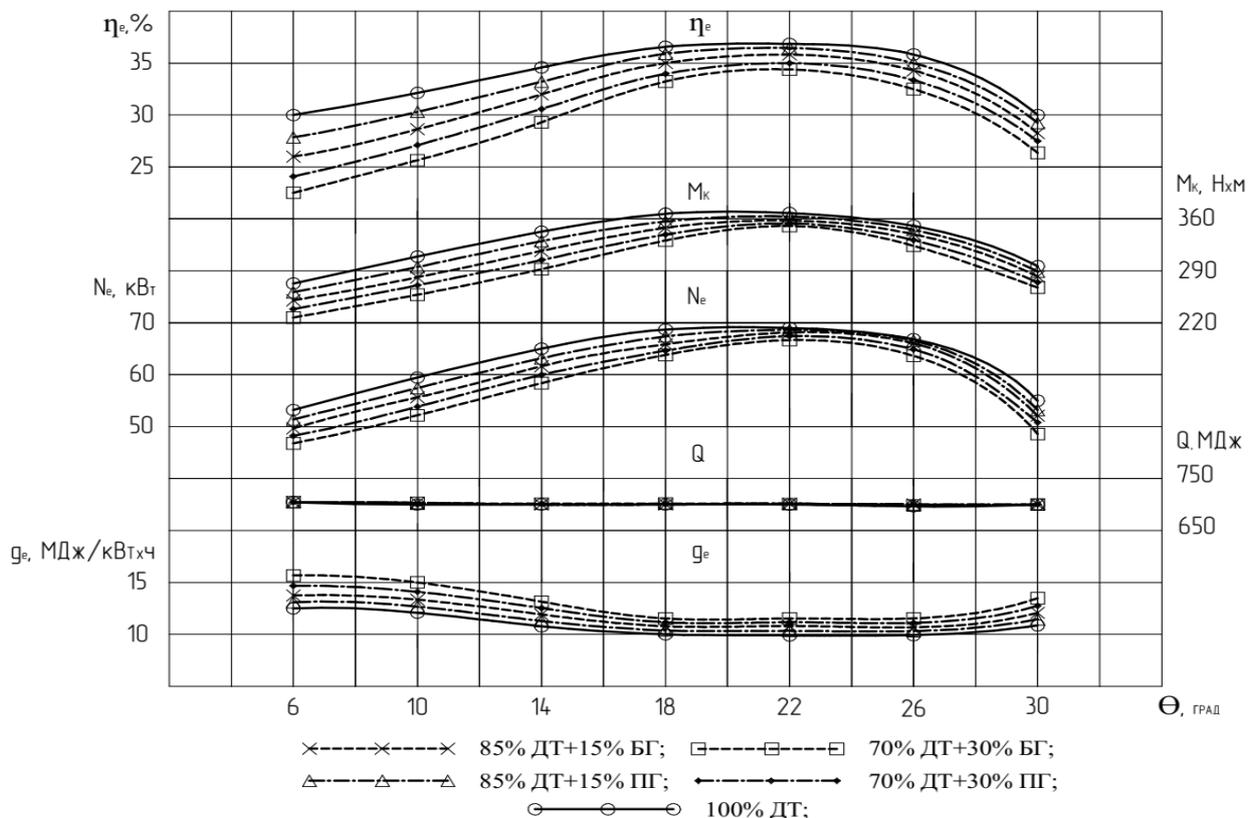


Рис. 2. Регулировочная характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ (мощностные и экономические показатели)

Из данных представленных графиков (рис. 3) видно, что при работе дизеля на чистом ДТ рациональным установочным углом опережения впрыскивания является угол $\Theta_{впр}=18^\circ$ п.к.в. При этом дизель развивает наибольшую паспортную мощность $N_e=69$ кВт, значение удельного эффективного расхода теплоты равно $g_e=9,76$ МДж/кВт·ч, значение крутящего момента составляет $M_k=363$ Н·м, значение эффективного КПД составляет $\eta_e=37,4$.

При переводе дизеля для работы на смеси, содержащей 85 % ДТ + 15 % БГ значение рационального установочного угла увеличивается и составляет $\Theta_{впр}=22^\circ$ п.к.в. Мощность дизеля при этом наибольшая и составляет $N_e=68$ кВт. Удельный эффективный расход теплоты при этом равен $g_e=11,63$ МДж/кВт·ч. Крутящий момент также наибольший и составляет $M_k=344$ Н·м, а значение эффективного КПД составляет $\eta_e=36,0$. При уменьшении или увеличении установочного угла происходит снижение эффективной мощности, увеличение удельного эффективного расхода теплоты и уменьшение величины крутящего момента.

При работе дизеля на смеси, содержащей 70 % ДТ + 30 % БГ, характер изменения кривых удельного эффективного расхода теплоты, эффективной мощности и крутящего момента практически не изменяется. Наибольшая мощность дизеля $N_e=66$ кВт достигается при значении рационального установочного угла $\Theta_{впр.}=22^\circ-24^\circ$ п.к.в. Значение удельного эффективного расхода теплоты при этом $g_e=12,76$ МДж/кВт·ч. Крутящий момент также наибольший $M_k=296$ Н·м. Значение эффективного КПД $\eta_e=34,0$.

Увеличение значения рационального установочного угла опережения впрыскивания топлива объясняется замедлением скорости процесса сгорания вследствие наличия в составе БГ медленно горящих компонентов.

При работе дизеля на смеси, содержащей 85 % ДТ + 15 % ПГ при значении установочного угла $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в. мощность составляет $N_e=68,5$ кВт, удельный эффективный расход теплоты равен $g_e=10,52$ МДж/кВт·ч, крутящий момент также составляет $M_k=361$ Н·м, а значение эффективного КПД составляет $\eta_e=36,4$ и они являются максимальной из всего диапазона изменения установочного угла. При уменьшении или увеличении установочного угла происходит снижение эффективных показателей. На смесях содержащих 70 % ДТ + 30 % ПГ при значении рационального установочного угла $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в. наибольшая мощность дизеля составляет $N_e=67$ кВт, значение удельного эффективного расхода теплоты составляет $g_e=12,11$ МДж/кВт·ч, крутящий момент также наибольший $M_k=321$ Н·м. и значение эффективного составляет КПД $\eta_e=35,2$.

Увеличение удельного эффективного расхода теплоты на всем диапазоне изменения угла опережения впрыскивания топлива и на всех смесях относительно чистому ДТ можно объяснить тем, что воздушно-газовые смеси сгорают с меньшей скоростью чем воздушно-дизельные смеси, также при их сгорании выделяется большое количество теплоты, чем у воздушно-дизельной смеси. Соответственно учитывая конструктивные возможности установки угла $\Theta_{впр.}$, рациональным его значением для работы на смесях с БГ и ПГ следует считать угол $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в.

Для сравнения работы дизеля на смесях с БГ и ПГ рассмотрим работу дизеля на чистом ДТ при установочном угле опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в. При этом мощность составляет $N_e=68,8$ кВт, значение удельного эффективного расхода теплоты равно $g_e=9,39$ МДж/кВт·ч, значение крутящего момента составляет $M_k=363$ Н·м и значение эффективного КПД составляет $\eta_e=37,2$.

Работа дизеля на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ при установочном угле опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в. к чистому ДТ в процентном отношении показывает незначительное снижение мощности на 1,16% и 4,06% для смесей с добавлением БГ и на 0,44 % и 2,62 % для смесей с добавлением ПГ, незначительное снижение крутящего момента на 5,23 % и 18,45 % для смесей с добавлением БГ и на 0,55 % и 11,57 % для смесей с добавлением ПГ, незначительное снижение значения эффективного КПД на 3,22 % и 8,60 % для смесей с добавлением БГ и на 2,15 % и 5,38 % для смесей с добавлением ПГ, и незначительное увеличение удельного эффективного расхода теплоты на 23,85 % и 35,88 % для смесей с добавлением БГ и на 12,03 % и 28,96 % для смесей с добавлением ПГ.

Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива при частоте вращения 1800 мин⁻¹ представлено на рис. 3.

При установочном угле опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в., содержание сажи С в ОГ при работе на чистом ДТ значительно снижается относительно при работе на смесевых составах и составляет $S=6,8$ %, а при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ содержание сажи в ОГ соответственно $S=4,4$ %, $S=2,7$ %, $S=3,5$ % и $S=2,3$ %. При уменьшении угла до $\Theta_{впр.}=6^\circ$ содержание сажи увеличивается, а при увеличении угла до $\Theta_{впр.}=30^\circ$ содержание сажи растет для всех смесевых составов. Следовательно, с увеличением БГ и ПГ в смесевых составах с ДТ, снижается содержание сажи в ОГ на 35,30 % и 60,30 % для смесей с БГ и на 48,53 % и 66,18 % для смесей с ПГ относительно чистому ДТ.

Концентрация оксидов азота NO_x в ОГ при значении установочного угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр.}=22^\circ$ п.к.в. при применении смесевых составов порядком ниже, чем при работе на чистом ДТ и составляет 1026 ppm для чистого ДТ, для смесей 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ их концентрация составляет 912 ppm и 700 ppm, а для смесей 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 %, соответственно, 785 ppm и 610 ppm. Снижение оксидов азота NO_x при смесевых составах с добавлением БГ и ПГ относительно чистому ДТ в процентном отношении составляет 11,12 % и 31,77 %

для смесей с добавлением БГ, и 23,49 % и 40,55 % для смесей с добавлением ПГ. В диапазоне установочного угла $\Theta_{впр}$ от 6° до 30° п.к.в. происходит рост содержания оксидов азота NO_x в ОГ.

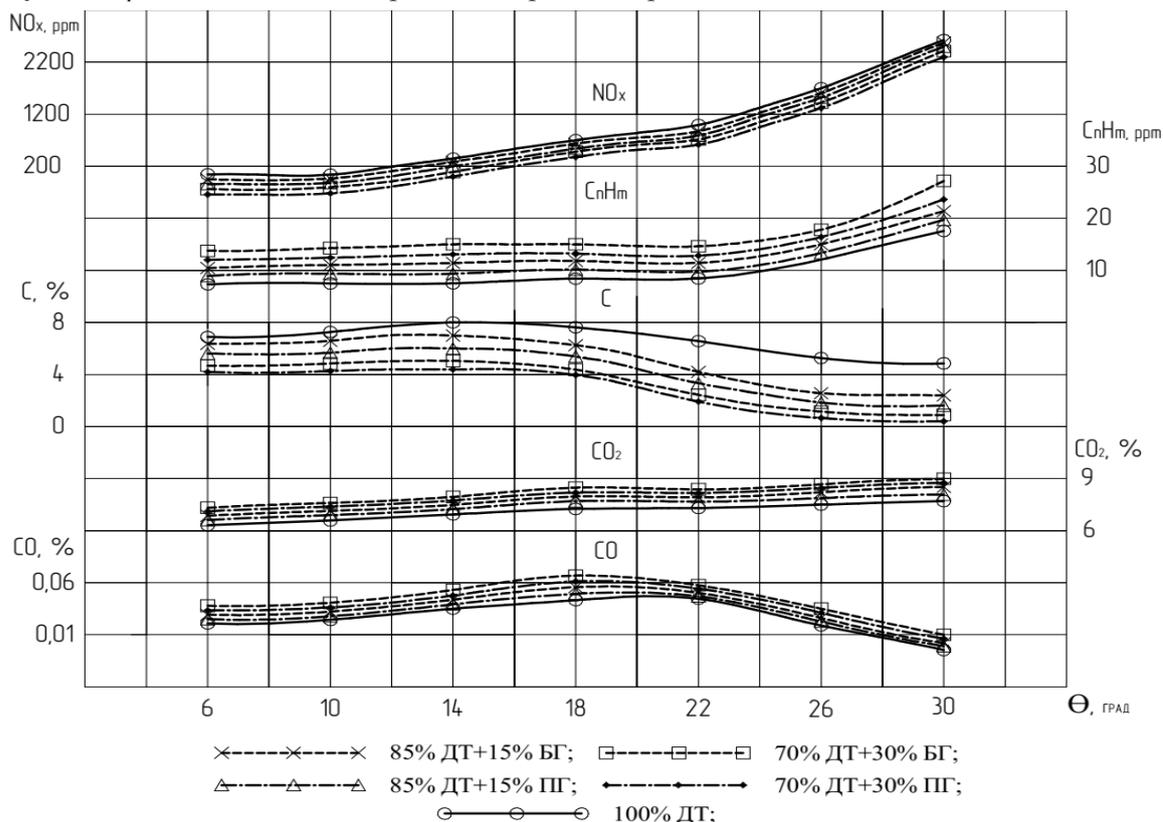


Рис. 3. Регулировочная характеристика дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ (показатели дымности и токсичности)

Выбросы несгоревших углеводородов C_nH_m в ОГ дизеля сопровождаются ростом во всем диапазоне установочного угла, но с увеличением содержания БГ и ПГ в смеси по сравнению с чистым ДТ выбросы C_nH_m возрастают. При установочном угле опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр}=22^\circ$ и при работе на чистом ДТ выбросы углеводородов составляют 8,40 ppm, а на топливах с добавлением 15 % БГ и 30 % БГ выбросы углеводородов составляют 12,22 ppm и 15,04 ppm, соответственно, с добавлением 15 % ПГ и 30 % ПГ выбросы углеводородов составляют 9,78 ppm и 13,81 ppm. Следовательно, в процентном соотношении рост выбросов C_nH_m в ОГ с применением БГ к чистому ДТ составил 45,47 % и 79,04 %, а с применением ПГ этот рост составляет 16,42 % и 64,40 %. Увеличение несгоревших углеводородов при работе дизеля с добавками БГ и ПГ можно объяснить наличием многочисленных плохо горящих компонентов, в частности БГ [14].

Изменение концентрации диоксида углерода CO_2 в ОГ дизеля в зависимости от состава топлива и всего диапазона установочного угла незначительно возрастает (рис. 2). Так, при значении установочного угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр}=22^\circ$ п.к.в. и при работе на чистом ДТ содержание диоксида углерода CO_2 составляет 7,36 %, при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ их содержание составляет 7,88 % и 8,41 %, а при работе на смесях 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ, соответственно, 7,56 % и 8,05 %. Выбросы диоксида углерода CO_2 с ОГ несущественно увеличиваются с ростом замещения чистого ДТ на БГ и ПГ, в процентном соотношении это составляет 7,06 % и 14,26 % для БГ и 2,72 % и 9,36 % для ПГ. Диоксид углерода является менее опасным для человека с физиологической точки зрения, чем другие нормируемые компоненты ОГ дизеля [14].

Работа дизеля на смесевых составах с добавлением БГ и ПГ сопровождается повышением выбросов оксидов углерода CO в сравнении с работой на чистом ДТ при всех исследуемых значениях установочных углов $\Theta_{впр}$. Так, для смесей 85 % ДТ + 15 % БГ и 70 % ДТ + 30 % БГ и значении установочного угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{впр}=22^\circ$ п.к.в., выброс CO составляет 0,047 % и 0,056 %, для смесей 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ выброс CO составляет 0,041 % и 0,051 %, а также для чистого ДТ выброс CO составляет 0,038 %. Концентрация CO в ОГ на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ больше, чем на чи-

стом ДТ в процентном отношении на 23,68 %, 47,36 %, 7,89 % и 34,21 %. Рост выбросов оксидов углерода СО объясняется исходными составами используемых топлив [14].

Заключение

На основе анализа приведенных данных сформулируем следующие основные выводы:

1. Показатели работы дизеля на чистом дизельном топливе соответствуют паспортным данным и достигаются при регламентированном значении установочного угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{\text{впр.}}=18^\circ$. При работе дизеля на смесях 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ рациональным установочным углом опережения впрыскивания следует считать угол $\Theta_{\text{впр.}}=22^\circ$.

2. Эффективные показатели работы дизеля на смесях с добавлением БГ и ПГ относительно работы на чистом ДТ показывает незначительное снижение мощности на 1,16 % и 4,06 % для БГ и на 0,44 % и 2,62 % для ПГ, незначительное снижение крутящего момента на 5,23 % и 18,45 % для БГ и на 0,55 % и 11,57 % для ПГ, незначительное снижение значения эффективного КПД на 3,22 % и 8,60 % для БГ и на 2,15 % и 5,38 % для ПГ, и незначительное увеличение удельного эффективного расхода теплоты на 23,85 % и 35,88 % для БГ и на 12,03 % и 28,96 % для ПГ.

3. Экологические показатели работы дизеля на смесях с добавлением БГ и ПГ относительно работы на чистом ДТ сопровождаются порядочным снижением сажи на 35,30 % и 60,30 % для БГ и на 48,53 % и 66,18 % для ПГ, весомым снижением оксидов азота на 11,12 % и 31,77 % для БГ и на 23,49 % и 40,55 % для ПГ, незначительным увеличением диоксида углерода на 7,06 % и 14,26 % для БГ и на 2,72 % и 9,36 % для ПГ, незначительным увеличением оксидов углерода на 23,68 % и 47,36 % для БГ и на 7,89 % и 34,21 % для ПГ и увеличением несгоревших углеводородов на 45,47 % и 79,04 % для БГ и на 16,42 % и 64,40 % для ПГ.

4. Применение смесей 85 % ДТ + 15 % БГ, 70 % ДТ + 30 % БГ, 85 % ДТ + 15 % ПГ и 70 % ДТ + 30 % ПГ в качестве топлива для дизеля 4ЧН 11,0/12,5 позволяет улучшить их эксплуатационные показатели путем сокращения расхода ДТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия: ГОСТ 5542-87. – Введ. 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 8 с.

2. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА – 2012. – С. 376.

3. Богданович, П. Ф. Природный газ или биомасса? / П. Ф. Богданович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно: УО ГГАУ, 2004. – Т. 3. – Ч. 4. – С. 89–92.

4. Производство биогаза в Республике Беларусь и Швеции. Обмен опытом. – Упсала, 2012, ISBN: 978-91-86189-15-0 – 39 с.

5. Клочков, А. В. Биогаз: итоги и перспективы использования / А. В. Клочков, П. М. Новицкий // Наше сельское хозяйство. – 2017. – Выпуск 74. – С. 34–35.

6. О энергосбережении [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь: от 8 января 2015 г. № 239-3 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь – 2015. – 1/16458.

7. О возобновляемых источниках энергии: Закон Респ. Беларусь: от 27 декабря 2010 г. № 204-3: с изм. и доп. от 09 января 2017 г. // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2011. – № 2. – 2/1756.

8. О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 // с изм. и доп. от 30 ноября 2017 г. № 428 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь – 2017. – 1/17378.

9. О рациональном использовании энергетических ресурсов на 2011–2015 гг. [Электронный ресурс]: Нац. программа утверждена Советом Министров Респ. Беларусь, 24 декабря 2010 года № 1882 // Кодексы, законы и законодательные документы Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://belzakon.net/Законодательство/> Постановление Совета Министров РБ/2010/60566. – Дата доступа: 05.03.2020.

10. О развитии местных, возобновляемых источников энергии на 2011–2015 гг. [Электронный ресурс]: Нац. программа утверждена Советом Министров Респ. Беларусь, 10 мая 2011 года № 586 // Законодательство Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://levonevski.net/pravo/norm2013/num09/d09689.html> – Дата доступа: 05.03.2020.

11. О социально-экономического развитии Республики Беларусь на 2011–2015 гг. [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь от 11 апреля 2011 г. № 136 // Социально-экономическое развитие страны. – Режим доступа: <http://www.ioevkraj.by/2010/11/PROGRAMMA-SOCIALNO-EKONOMICHESKOGO-RAZVITIYA-STRANY-NA-2011-2015-GG-NOVOE-LICO-BELORUSSKOGO-GOSUDARSTVA/> – Дата доступа: 07.03.2020.

12. О энергосбережении Республики Беларусь на 2016–2020 гг. [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь: от 28 марта 2016 г. № 248 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь – 2016. – 5/42407.

13. Система подачи газообразного топлива в дизель: пат. 12202 Респ. Беларусь, МПК F 02M 43/00 / А. Н. Карташевич, В. А. Шапоров, П. Ю. Малышкин, заявитель Белорус. гос. с-х. академия. № и 20190044; заявл. 18.02.2019; опубл.: 01.11.2019. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2019.

14. Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени. Пер. с англ. / Под ред. Ю.Ф. Дитякина. – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПЫТНОГО ДЕМПФЕРА ПОДВЕСКИ КАБИНЫ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Д. А. ЛИННИК, В. М. ПЕЦЕВИЧ, А. Ч. СВИСТУН

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь*

(Поступила в редакцию 15.04.2020)

В тракторостроении Республики Беларусь сохраняется тенденция к повышению энергонасыщенности колесных тракторов, скоростей их движения, что приводит к повышению вибрации и возрастанию в механизмах трактора нагрузок, снижающих его долговечность. Один из путей снижения вибронегативности рабочего места водителя колесного трактора, учитывая специфику его конструкции и условия эксплуатации – совершенствование подвески сиденья водителя, другой – совершенствование подвески кабины колесного трактора.

Зарубежные производители колесных тракторов акцентируют повышенное внимание на улучшение условий труда водителя колесного трактора, обусловленное использованием в подвеске кабины колесного трактора элементов, обладающих нелинейными характеристиками, а также активных виброзащитных систем, что повышает конкурентоспособность производимых колесных тракторов на мировом рынке. В подвесках кабин колесных тракторов используются виброгасящие опоры, которые, чаще всего, состоят из: пружин; гидравлических амортизаторов; пневматических камер, работающих совместно с гидравлическими амортизаторами; вертикальных сайлентблоков.

Отечественный производитель колесных тракторов осуществляет установку кабин на резинометаллические виброизоляторы (цилиндрической и конической форм), являющиеся фильтрами высокочастотных вибраций, генерируемых двигателем и трансмиссией, и больше играют роль шумопоглощающих элементов и не являются гасителями низкочастотных вибраций. Поэтому конструкция систем поддрессоривания кабин колесных тракторов МТЗ требуют своего совершенствования. Водители колесных тракторов подвергаются воздействию общей вибрации первой категории (транспортной) с преобладанием низкочастотных вибраций (1–4 Гц), которые приводят к развитию профессионального заболевания – вибрационная болезнь, снижающая качество жизни механизаторов, в долгосрочной перспективе влияет на производительность труда.

В статье предложена математическая модель опытного демпфера подвески кабины колесного трактора с учетом внешних факторов и конструктивных особенностей амортизатора. Приводится сравнительный анализ результатов исследований математической модели с опытным демпфером.

Ключевые слова: колесный трактор, водитель, подвеска кабины, вибрация, математическая модель, поддрессоренная масса, опытный демпфер, сила вязкого сопротивления.

In the tractor industry of the Republic of Belarus, there remains a tendency to increase the energy saturation of wheeled tractors, their speeds, which leads to increased vibration and increased loads in the tractor mechanisms that reduce its durability. One of the ways to reduce the vibration load of wheel tractor driver's working place, given the specifics of its design and operating conditions, is to improve the driver's seat suspension, the other is to improve the suspension of wheel tractor cab.

Foreign manufacturers of wheeled tractors focus on improving the working conditions of the wheeled tractor driver, due to the use of elements with non-linear characteristics and active vibration protection systems in the suspension of wheeled tractor cab, which increases the competitiveness of wheeled tractors in the world market. In suspension brackets of wheeled tractor cabs, vibration damping supports are used, which, most often, consist of: springs; hydraulic shock absorbers; pneumatic chambers working in conjunction with hydraulic shock absorbers; vertical silent blocks.

The domestic manufacturer of wheeled tractors installs cabs on rubber-metal vibration isolators (cylindrical and conical shapes), which are filters of high-frequency vibration generated by the engine and transmission, and act more as noise absorbing elements and are not dampers of low-frequency vibrations. Therefore, the design of suspension systems for cabs of MTZ wheeled tractors require improvement.

Drivers of wheeled tractors are exposed to general vibration of the first category (transport) with a predominance of low-frequency vibrations (1–4 Hz), which lead to the development of occupational disease - a vibrational disease that reduces the quality of life of machine operators, in the long run affects labor productivity.

The article proposes a mathematical model of an experimental damper for suspension of a wheel tractor cab, taking into account external factors and design features of the shock absorber. A comparative analysis of results of studies of a mathematical model with an experimental damper is given.

Key words: wheeled tractor, driver, cab suspension, vibration, mathematical model, sprung mass, experimental damper, viscous drag force.

Введение

В настоящее время на тракторах ведущих мировых фирм установлены кабины, имеющие достаточно высокий уровень комфорта. Дизайн кабин и тракторов тщательно проработан. Интерьер кабин представляет целостное стилевое решение по расположению органов управления с учетом эргономики. Достигнуты высокие результаты по уровню шумоизоляции, обзорности и снижению вибрации.

Зарубежные производители колесных тракторов акцентируют повышенное внимание на улучшение условий труда водителя колесного трактора, обусловленное использованием в подвеске кабины колесного трактора элементов, обладающих нелинейными характеристиками, а также активных

виброзащитных систем, что повышает конкурентоспособность производимых колесных тракторов на мировом рынке.

Фирма Same (Италия) производит самые комфортабельные кабины для моделей тракторов Diamond-260. Кабина установлена на автономную подвеску, состоящую из задних опор, представляющих собой пневмокамеры, работающих совместно с гидравлическими амортизаторами.

В модели трактора Rubin (Same, Италия) кабина установлена на четырех гидроцилиндре, автоматически поддерживающих горизонтальное положение пола кабины при уклонах трактора до 25 % (системы Galileo).

На тракторах Renault (Renault Trucks, Франция) используются модели кабин Atles–500/ 600/ 700/ 800, установленных на подвеске Hidrostable. Подвеска представляет собой четыре виброгасящие опоры, каждая из которых включает цилиндрическую пружину и гидравлический амортизатор.

Кабина трактора Fendt (AGCO, Германия) установлена на подвеске, состоящей из задних опор, цилиндрической пружины и спаренных гидравлических амортизаторов.

Кабина на тракторах Steyr (CNH Industrial, Австрия) серии CVT 120, 130, 150, 170 установлена на подвеске задних опор, состоящей из цилиндрической пружины и работающего в паре гидравлических амортизаторов.

На тракторах серии 9RT John Deere (Deere & Company, Соединенные Штаты Америки) кабина CommandView II установлена на подвеске AirCushion, состоящая из двух комплектов воздушных подушек и усиленного гидравлического амортизатора, обеспечивающая вертикальный ход подвески до 342 мм. Система AirCushion повышает комфорт оператора и предоставляет возможность работы и транспортировки на высоких скоростях, что повышает производительность.

На тракторах New Holland (CNH Industrial, Италия) серии T9 кабина установлена на подвеске Comfort Ride, состоящей из четырех цилиндрических пружин, четырех гидравлических амортизаторов и системы стабилизации, обеспечивающая плавность и устойчивость кабины при движении трактора. Кабина тракторов Challenger (AGCO Corporation, Соединенные Штаты Америки) серии MT500B Techstar установлена на «двухуровневой» пневматической подвеске, состоящей из пневмокамеры, имеющей электронное управление и гидравлического амортизатора. Жесткость подвески кабины для различных полевых или дорожных условий регулируется оператором с помощью переключателя размещенного в кабине.

Отечественный производитель колесных тракторов осуществляет установку кабин на резинометаллические виброизоляторы цилиндрической и конической форм. На тракторах «Беларус-320» и «Беларус-322» кабины специальными опорными площадками установлены на унифицированные передние и задние опоры через виброизоляторы W–87/07.361.230 или 220–6700200. На тракторе «Беларус-622» кабина установлена на передние и задние опоры через виброизоляторы 220–6700200 и импортные 5718 228 (11 MN 50). На тракторах «Беларус-921», «Беларус-923», «Беларус-1122», «Беларус-1802», «Беларус-2022», «Беларус-2522» и «Беларус-3022ДЦ.1» кабина установлена на остовах через виброизоляторы 923–6700200 или импортные 5718 228 (11 MN 50).

Подводя итоги обзора конструкций систем поддрессоривания кабин водителя колесных тракторов отечественного производителя необходимо отметить, что во всех рассматриваемых случаях кабина установлена на передние и задние отечественные или импортные виброизоляторы. В этом случае гашение низкочастотных вибраций будет осуществляться только за счет подвески сиденья водителя колесного трактора, а виброизоляторы являются фильтрами высокочастотных вибраций. Поэтому конструкция системы поддрессоривания кабины водителя колесного трактора МТЗ требует своего совершенствования.

Основная часть

В настоящее время математические модели применяются во многих отраслях современной науки. Математические модели являются инструментом описания самых разных задач. Корректно построенная математическая модель позволяет описать наиболее значимые связи между объектами, предсказывать поведение объекта в разных условиях, оценивать разные параметры зависимостей, прогнозировать негативные последствия, затем определить самое лучшее решение.

Рассмотрим вынужденные колебания груза (m_0) поддрессоренного опытным демпфером под действием периодических неровностей синусоидального профиля (рис. 1).

Рассмотрим случай, когда система движется вверх (рис. 1). Тогда дифференциальное уравнение движения системы в проекции на ось z будет иметь вид:

$$(m_0 + m_1) \cdot a = -G_0 - F_y - R_{ам} - F_{y,пр1,ам} - F_{y,пр2,ам} - G_1 + D, \quad (1)$$

где: m_0 – масса поддрессоренного груза, кг; m_1 – масса поршня опытного амортизатора, кг; a – ускорение опытного демпфера, состоящего из опытного амортизатора 1 и пружины 2 (рис. 1), м/с²; G_0 – сила тяжести поддрессоренного груза m_0 , Н; F_y – сила упругости пружины 2, Н; $R_{ам}$ – сила вязкого сопротивления опытного амортизатора 1, Н; $F_{y.пр1.ам}$ и $F_{y.пр2.ам}$ – силы упругости верхней и нижней пружин поршня опытного амортизатора, Н; G_1 – сила тяжести поршня опытного амортизатора m_1 , Н; D – возмущающая сила со стороны профиля неровности дороги, Н.

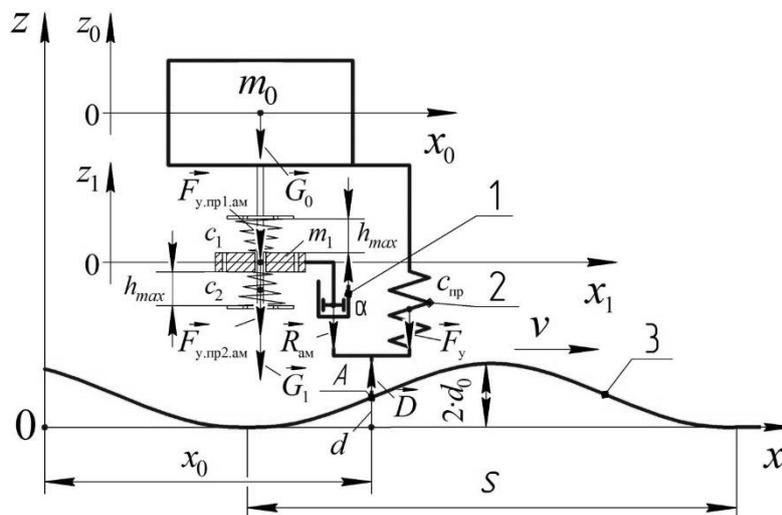


Рис. 1. Схема экспериментальной модели с опытным демпфером:

m_0 – масса поддрессоренного груза, кг; m_1 – масса поршня опытного амортизатора, кг; α – коэффициент вязкого сопротивления опытного амортизатора, Н·с/м; $c_{пр}$ – коэффициент жесткости пружины, Н/м; c_1 и c_2 – коэффициенты жесткости верхней и нижней пружин поршня опытного амортизатора, Н/м; d – высота неровности в точке A, м; d_0 – средняя высота неровности, м; x_0 – расстояние от начала отсчета до точки A, м; s – длина неровности, м; v – скорость движения массы m_0 вдоль оси x , м/с; z_0 – линейная координата вертикального перемещения поддрессоренного груза m_0 , м; z_1 – линейная координата вертикального перемещения поршня опытного амортизатора m_1 , м; h_{max} – максимальный ход пружин поршня опытного амортизатора, м; \vec{G}_0 – вектор силы тяжести массы поддрессоренного груза m_0 , Н; $\vec{F}_{y.пр1.ам}$ и $\vec{F}_{y.пр2.ам}$ – векторы сил упругости верхней и нижней пружин поршня опытного амортизатора, Н; \vec{G}_1 – вектор силы тяжести поршня опытного амортизатора m_1 , Н; $\vec{R}_{ам}$ – вектор силы вязкого сопротивления опытного амортизатора, Н; \vec{F}_y – вектор силы упругости пружины, Н; \vec{D} – вектор возмущающей силы со стороны профиля неровности дороги, Н; 1 – опытный амортизатор; 2 – пружина; 3 – неровность дороги

Уравнение (1) перепишем в следующем виде:

$$(m_0 + m_1) \cdot \frac{dv}{dt} = -m_0 \cdot g - c_{пр} \cdot z_0 - \alpha \cdot v^2 - c_1 \cdot (z_0 \pm z_1) - c_2 \cdot (z_0 \pm z_1) - m_1 \cdot g + d \cdot (c + \alpha \cdot \lambda \cdot \sin(\lambda t) - c \cdot \cos(\lambda t)), \quad (2)$$

где: λ – частота, зависящая от длины неровности и скорости движения поддрессоренного груза m_0 вдоль оси x , с⁻¹; c – общая жесткость упругих элементов системы (рис. 1), Н/м.

Уравнение (2) представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение первого порядка – уравнение Риккати. Для решения поставленной задачи перейдем к линейному дифференциальному уравнению второго порядка вида [1; 2]:

$$\frac{d^2 y}{d\tau^2} + (\varepsilon - 2 \cdot q \cdot \cos(2\tau)) \cdot y = 0, \quad (3)$$

где ε и q – параметры, от которых зависит «поведение» решения.

Дифференциальное уравнение (3) – эта общепринятая на практике каноническая форма уравнения Матье.

Решения уравнения (3) могут быть периодическими функциями, из которых наиболее широко используемыми являются решения с периодами π и 2π . Собственно они и называются функциями Матье. Однако периодические решения возникают только при определенных значениях параметра ε_n , который зависит от величины q . Зависимости $\varepsilon_n = \varepsilon_n(q)$ называются характеристическими кривыми, а значения ε_n – собственными значениями [2]. Собственные значения и им соответствующие функции Матье вычисляются различными приближенными методами или численно при помощи представления решений уравнения (3) в виде непрерывных дробей и последующего нахождения его решения.

Для получения уравнения вида (3), в (2) выполним замену переменных:

$$\lambda t + \arccos \frac{c}{\sqrt{\alpha^2 \cdot \lambda^2 + c^2}} = 2\tau, \quad v = \frac{(m_0 + m_1) \cdot \lambda}{2 \cdot \alpha} \cdot \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{d\tau}. \quad (4)$$

В итоге приходим к дифференциальному уравнению с периодическими коэффициентами:

$$\frac{d^2 y}{d\tau^2} + \left(\frac{4 \cdot \alpha \cdot (-c \cdot d + c \cdot z_0 + c_1 \cdot (z_0 \pm z_1) + c_2 \cdot (z_0 \pm z_1) + g \cdot m_0 + g \cdot m_1)}{\lambda^2 \cdot (m_0 + m_1)^2} + \frac{4 \cdot \alpha \cdot \sqrt{d^2 \cdot (\alpha^2 \cdot \lambda^2 + c^2)}}{\lambda^2 \cdot (m_0 + m_1)^2} \cdot \cos(2\tau) \right) \cdot y = 0. \quad (5)$$

На основании (4) заключаем, что для наличия периодических решений у уравнения (2), необходимо в качестве решений уравнения (5) использовать специальную функцию:

$$y(\tau) = c e_0(\tau, q), \quad (6)$$

где

$$q = -\frac{2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{d^2 \cdot (\alpha^2 \cdot \lambda^2 + c^2)}}{\lambda^2 \cdot (m_0 + m_1)^2}, \quad (7)$$

при этом значение

$$\varepsilon = \frac{4 \cdot \alpha \cdot (-c \cdot d + c \cdot z_0 + c_1 \cdot (z_0 \pm z_1) + c_2 \cdot (z_0 \pm z_1) + g \cdot m_0 + g \cdot m_1)}{\lambda^2 \cdot (m_0 + m_1)^2} \quad (8)$$

должно удовлетворять условиям наличия периодического решения у уравнения (5).

Для анализа работы математической модели с опытным демпфером (рис. 1) рассмотрим два случая:

1) $z_0 \pm z_1 = 0$ – масса m_1 не совершает собственных колебаний, а движется вместе с m_0 и сила вязкого сопротивления $R_{ам}$ действует на m_0 ;

2) $z_0 \pm z_1 \leq h_{max}$ – масса m_1 совершает колебания в пределах максимального хода пружин поршня опытного амортизатора h_{max} и сила вязкого сопротивления $R_{ам}$ действует на m_0 .

Имея решение уравнения (2) через специальные функции с помощью системы компьютерной алгебры Maple [3], можно получить значения ускорений (рис. 2), скоростей и перемещений подрессоренного груза m_0 .

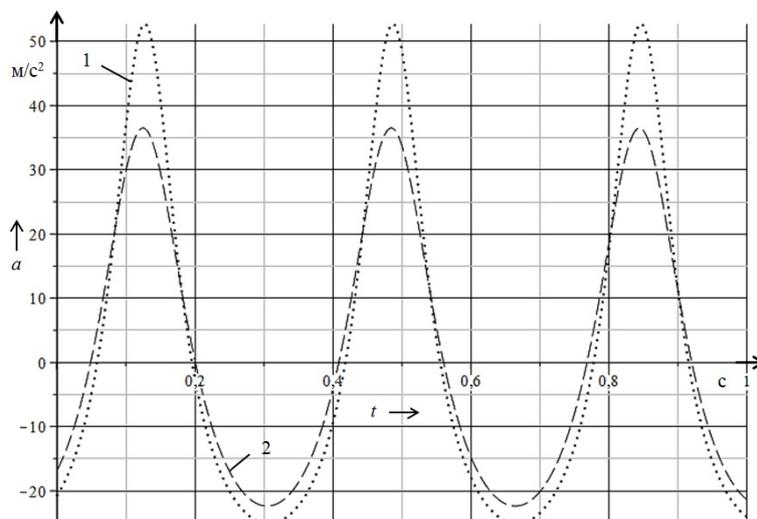


Рис. 2. График зависимости ускорения подрессоренного груза m_0 от времени: 1 – $z_0 \pm z_1 = 0$; 2 – $z_0 \pm z_1 \leq h_{max}$

Сравнительный анализ результатов исследований (рис. 2) позволил сделать выводы, что колебание массы m_1 в пределах максимального хода пружин поршня h_{max} ($z_0 \pm z_1 \leq h_{max}$) опытного амортизатора позволяет уменьшить ускорение, а соответственно, скорость и амплитуду колебаний подрессоренного груза m_0 , что обеспечивает повышение демпфирования колебаний.

На рис. 3 представлен график изменения силы вязкого сопротивления $R_{ам}$ от скорости подрессоренного груза m_0 .

Анализ кривых на графике (рис. 3), позволяет сделать выводы:

1. В случаях $z_0 \pm z_1 = 0$ и $z_0 \pm z_1 < h_{max}$:

при скоростях до 0,22 м/с (частотах до 1,1 Гц) сила вязкого сопротивления $R_{ам}$ имеет небольшое значение, что обеспечивает более мягкое качение подрессоренного груза m_0 .

2. В случае $z_0 \pm z_1 = 0$:

при скорости больше 0,22 м/с происходит плавное нарастание силы вязкого сопротивления $R_{ам}$ по квадратной функции.

3. В случае $z_0 \pm z_1 = h_{max}$:

при скорости больше 0,22 м/с (частоте больше 1,1 Гц) происходит резкое нарастание силы вязкого сопротивления $R_{ам}$ за счет создания дополнительного сопротивления пружинами поршня в момент перекрытия ими дополнительных дросселирующих отверстий в опытном поршневом узле (рис. 4), что обеспечивает повышение демпфирования колебаний подрессоренного груза m_0 на частоте больше 1,2 Гц.

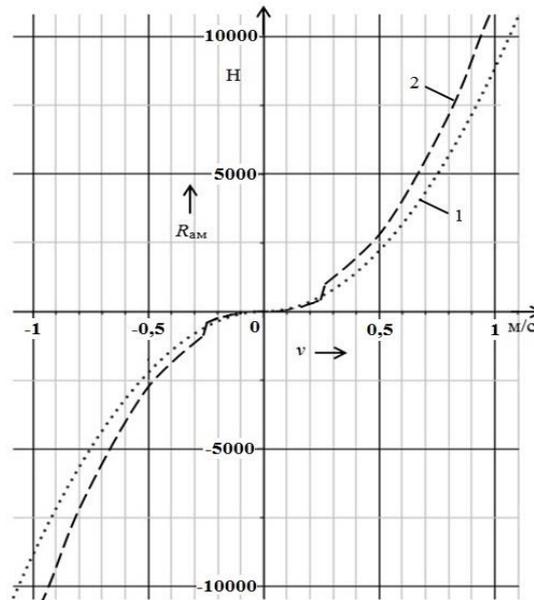


Рис. 3. График зависимости силы вязкого сопротивления $R_{ам}$ от скорости подрессоренного груза m_0 :
1 – $z_0 \pm z_1 = 0$; 2 – $z_0 \pm z_1 \leq h_{max}$

График, представленный на рис. 3, симметричный относительно оси $R_{ам}$, что хорошо согласуется с практикой.

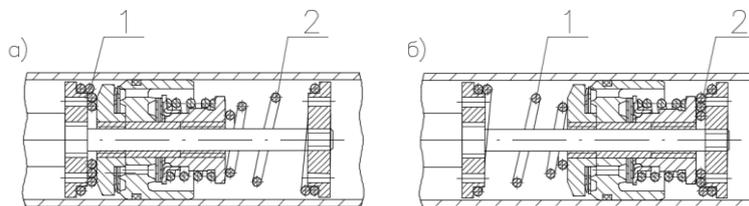


Рис. 4. Поршневой узел опытного амортизатора: а) ход сжатия; б) ход отбоя;
1 – верхняя пружина поршня; 2 – нижняя пружина поршня

Амортизатор опытного демпфера (рис. 1) имеет оригинальную конструкцию поршневого узла, которая обусловлена включением в конструкцию двух конических пружин 1 и 2 (рис. 4). Конические пружины 1 и 2 обеспечивают перемещение поршня по поршневой шейке на ходах сжатия и отбоя, что обеспечивает повышение демпфирования колебаний подрессоренного груза на частоте больше 1,2 Гц.

Заключение

Разработана математическая модель опытного демпфера с учетом внешних факторов и конструктивных особенностей амортизатора, отличающегося от существующих включением в конструкцию поршневого узла двух конических пружин, обеспечивающих перемещение поршня по поршневой шейке на ходах сжатия и отбоя. Математическая модель опытного демпфера позволяет провести анализ колебаний подрессоренной массы с целью повышения эффективности гашения низкочастотных вибраций за счет изменения силы вязкого сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мак-Лахлан, Н. В. Теория и приложения функций Матъё / Н. В. Мак-Лахлан; пер. с англ. В. А. Братановского; под ред. И. Н. Денисюка. – М.: Издательство иностранной литературы, 1953. – 476 с.
2. Кобринский, А. Е. Механизмы с упругими связями: динамика и устойчивость / А. Е. Кобринский. – М.: Наука, 1964. – 390 с.
3. Дьяконов, В. П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах / В. П. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 800 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ ИКРУСТИРОВАННЫХ СЕМЯН РАПСА, ПОЛУЧЕННЫХ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ДРАЖИРАТОРЕ С ЛОПАСТНЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Д. А. МИХЕЕВ, В. Н. ИСАЧЕНКО

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

(Поступила в редакцию 15.04.2020)

На сегодняшний день такая сельскохозяйственная культура, как рапс имеет большое значение для сельского хозяйства Беларуси. Это связано с тем, что спрос на масличное сырье в мире быстро растет, это способствует увеличению объемов производства масличных культур. Рапс хорошо подходит под почвенно-климатические условия нашей страны, его можно с высокой эффективностью выращивать во всех регионах. Для получения максимального урожая рапса необходимо точно соблюдать технологию возделывания, а также применять современные агротехнические способы.

Создание искусственной оболочки на поверхности семян рапса является в настоящее время перспективным способом предпосевной обработки. Ведущие западные страны при возделывании этой культуры используют только инкрустированные семена. Семена с оболочкой имеют более высокий потенциал по сравнению с необработанными семенами и, как следствие, увеличивают урожай.

В Республике Беларусь в промышленных объемах не производятся семена с искусственной оболочкой. Это связано с отсутствием специализированного оборудования и конкретных рекомендаций для производства инкрустированных и дражированных семян.

В статье представлены исследования инкрустированных семян рапса, полученных на экспериментальном дражираторе семян, разработанном в УО БГСХА (г. Горки). В качестве семян для опытов были выбраны семена белорусского сорта «Алмаз». Для создания искусственной оболочки был выбран сухой наполнитель на основе бентонитовой глины, связующим элементом был раствор воды с регулятором роста на основе гуминовых кислот. В результате опытов проводилась оценка посевных качеств инкрустированных семян, семян необработанных и только протравленных.

Ключевые слова: рапс, инкрустированные семена, дражиратор семян, искусственная оболочка семян.

Today, such crops as rape are of great importance for the agriculture of Belarus. This is due to the fact that the demand for oilseeds in the world is growing rapidly, which contributes to an increase in oilseed production. Rapeseed is well suited to the soil and climatic conditions of our country; it can be grown with high efficiency in all regions. To obtain the maximum yield of rapeseed, it is necessary to strictly observe the cultivation technology, as well as apply modern agricultural methods.

The creation of an artificial shell on the surface of rapeseed is currently a promising method of presowing treatment. The leading Western countries in the cultivation of this crop use only inlaid seeds. Coated seeds have a higher potential than untreated seeds and as a result increase the yield.

In the Republic of Belarus, seeds with artificial shells are not produced in industrial volumes. This is due to the lack of specialized equipment and specific recommendations for the production of inlaid and pelleted seeds.

The article presents the study of inlaid rape seeds obtained on an experimental seed pelletizer developed at BSAA (Gorki). For the experiments, we selected seeds of the Belarusian variety «Almaz». To create an artificial shell, a dry filler based on bentonite clay was chosen, the connecting element was a solution of water with a growth regulator based on humic acids. As a result of the experiments, the sowing qualities of inlaid seeds, seeds not treated and only dressed were assessed.

Key words: rapeseed, inlaid seeds, seed pellet mill, artificial seed coat.

Введение

В современных условиях ведения сельского хозяйства для получения хорошего урожая с высокой рентабельностью необходимо использовать инновационные и прогрессивные сельскохозяйственные технологии. Одной из таких технологий является технология создания искусственных оболочек на поверхности семян.

Создание искусственных оболочек является не новой, и первые исследования проводились очень давно [1, 2], однако с развитием агрохимической промышленности и технологии точного земледелия семян этот способ предпосевной обработки приобрел особую привлекательность для аграриев. Это связано с тем, что на семена можно нанести современные удобрения и химикаты, которые повышают посевной потенциал семян и снижают уровень междурядных обработок, что естественным способом ведет к увеличению рентабельности производства сельскохозяйственных культур.

Стоимость дражированных семян выше обычных, однако достигаемый ими положительный эффект значительно способствует увеличению урожая и полностью себя оправдывает [2, 3].

Для получения семян с оболочкой необходимо использовать специальную производственную линию, основным элементом в которой является дражиратор семян. Ведущие западные фирмы уже давно серийно производят дражираторы и массово их внедряют на заводах по подготовке семенного материала [2]. Однако и у этих машин есть недостатки и их можно совершенствовать.

К сожалению, на сегодняшний день в Республики Беларусь нет серийного производства оборудования для оснащения производственной линии по дражированию и инкрустированию семян. Однако семена с оболочкой массово используются. Это семена рапса, сахарной свеклы и многих овощных культур. Стоимость таких семян весьма значительна. К примеру, одна посевная единица инкрустированных семян рапса составляет около 100 евро. Основная часть стоимости этих семян – это стоимость

обработки и заложенная прибыль производителя. В совокупности они могут составлять до 60 % от всей стоимости. Учитывая это, можно сделать вывод что собственное производство инкрустированных и дражированных семян позволит в значительной степени снизить стоимость семян с оболочкой, и решит проблему импортозамещения. Но для этого необходимо разработать все элементы производственной линии по созданию искусственных оболочек, подобрать оптимальные компоненты оболочки семян, разработать рекомендации по обработке конкретных семян: рапса, свеклы, овощных культур и т.д.

На сегодняшний день рапс является основной масличной культурой Республики Беларусь. Это связано с тем, что эта культура обладает большим сельскохозяйственным потенциалом, а из рапса можно получить сырье для различных нужд. При выращивании рапса можно получить 10–15 ц/га растительного масла и 3–8 ц/га высокобелкового шрота. Рапсовое масло используется на пищевые цели в качестве фритюрного и салатного масла, для изготовления маргарина, майонеза и других продуктов [4].

Зеленая масса рапса по содержанию протеина и питательности приравнивается к бобовым культурам, широко используется в качестве корма. Рапс дает сырье для производства возобновляемых источников энергии – биодизельного топлива, масла и пеллетов из соломы [4].

На сегодняшний день в Республики Беларусь под рапс отводятся значительные посевные площади, около 340 000 га. Учитывая это, можно сделать вывод о важности этой сельскохозяйственной культуры для нашей страны.

Создание искусственных оболочек на поверхности семян является перспективным способом предпосевной обработки семян. В настоящее время в развитых западных странах семена рапса, сахарной свеклы и многих других овощных культур высеваются только с искусственной оболочкой. Такие семена имеют ряд преимуществ перед обычными. Прежде всего это возможность посева таких семян с помощью технологий точного посева, за счет того, что семена приобретают правильную форму, увеличиваются в объеме и массе. Кроме этого, семена с оболочкой, инкрустированные и дражированные, имеют определенный запас микроэлементов и удобрений в составе своей оболочки, что несомненно повышает их посевной потенциал [1, 2, 5, 6].

Однако необходимо отметить то, что предпосевная обработка семян способом создания искусственной оболочки подразумевает определенные затраты на подготовку семян их обработку, транспортировку и т. д., поэтому наиболее рентабельна такая обработка для сельскохозяйственных культур с малой нормой посева семян, таких как рапс, свекла и овощные культуры.

В настоящее время наиболее перспективным способом создания искусственных оболочек на поверхности семян является способ постепенного наслаивания оболочек. Этот способ позволяет, не травмируя семена, получить многослойное «семенное драже» с различными по составу и свойству компонентами. Способ наслаивания оболочки подразумевает периодическое нанесение жидкого клеящего раствора и сухого наполнителя оболочки (бленды) [2, 7].

В УО БГСХА был разработан экспериментальный дражирователь семян, позволяющий использовать способ постепенного наслаивания оболочки с высокой эффективностью [5, 8].

Основная часть

Нами предлагается экспериментальный метод определения посевных свойств инкрустированных семян ярового рапса, полученных на экспериментальном дражирователе семян, разработанном в УО БГСХА.

В УО БГСХА в 2019 году были проведены экспериментальные исследования по созданию инкрустированных семян ярового рапса сорта «Алмаз» с заявленными посевными качествами, представленными в табл. 1.

Таблица 1. **Посевные качества семян рапса сорта «Алмаз»**

Наименование признака посевных качеств семян	Установленное значение признака
Чистота семян, %	99,6
Содержание семян сорных растений, всего, %	0,16
Всхожесть, %	73
Влажность, %	9,0
Масса 1000 семян, г	4,13
Энергия прорастания, %	71

При проведении экспериментальных исследований проводилась сравнительная оценка инкрустированных семян рапса с необработанными семенами и только протравленными.

В качестве основных компонентов при создании искусственной оболочки на поверхности семян рапса выступали: сухой наполнитель на основе бентонитовой глины фирмы «GTG»; раствор воды с регулятором роста на основе гуминовых кислот; протравитель.

Инкрустированные семена получались следующим образом: очищенные и откалиброванные семена помещались в камеру смешивания дражировщика, где на них наносился протравитель, после этого осуществлялся процесс создания искусственной оболочки. На семена наносилась вода вместе с регулятором роста, затем в камеру смешивания подавался сухой наполнитель, который быстро прилипал к смоченным семенам. Циклы подачи связующей жидкости и наполнителя производились несколько раз до того момента пока не сформируется полноценная оболочка.

Полученные инкрустированные семена рапса представлены на рис. 1.



Рис. 1. Семена ярового рапса: 1 – необработанные семена; 2 – протравленные семена; 3 – инкрустированные семена

Инкрустированные семена были высеяны в 2019 году на опытных полях ГСХУ «Горькая сортоиспытательная станция». Количество повторений опыта – 3.

Сев семян производился сеялкой с междурядьями 15 см. Глубина заделки семян 2 см.

На протяжении всего периода вегетации проводилась активная борьба с сорняками и вредителями.

Были проведены обязательные виды химической обработки: рапсовый цветоед: от начала фазы бутонизации до окончания фазы цветения; рапсовый семенной скрытнохоботок и капустный комарик: фаза середина цветения; склеротиниоз и альтернариоз: фаза середина цветения совместно с инсектицидной обработкой.

Во время полевых обследований также проводится визуальная оценка пораженности сортов и гибридов рапса различными болезнями и вредителями. Оценка проводится по 9-балльной шкале, где 1 – нет поражения, 9 – гибель растения.

Результаты полевых опытов представлены в табл. № 2: вариант 1 – семена без обработки; 2 – инкрустированные семена, 3 – протравленные семена. Для достоверности результатов опыт проводился в трехкратной повторности.

Таблица 2. Полевые опыты семян ярового рапса

Вариант	Посев, дата	Всходы, дата	Густота, шт/м ²	Начало цветения, дата	Конец цветения, дата	Длительность цветения, кол-во дней	Высота растений, см	Полегание, балл	Созревание, дата	Кол-во дней после всходов	Урожайность при 12 % влажности, ц/га	Влажность уборочная, %	Масса 1000 семян	Поражение болезнями	Поражение вредителями
Полевой опыт № 1															
1	18,04	25,04	79	09,06	03,07	24	110	1	20,08	117	22,4	11,5	5,1	1	1
2	18,04	28,04	71	11,09	06,07	25	111	1	22,08	116	27,5	11,4	4,8	1	1
3	18,04	26,04	79	09,06	03,07	24	110	1	19,08	115	26,0	11,6	5,0	1	1
Полевой опыт № 2															
1	18,04	25,04	76	09,06	03,07	24	110	1	20,08	117	22,6	11,6	4,9	1	1
2	18,04	28,04	69	11,09	06,07	25	112	1	22,08	116	26,8	11,7	4,9	1	1
3	18,04	26,04	77	09,06	03,07	24	111	1	19,08	115	23,9	11,6	4,4	1	1
Полевой опыт № 3															
1	18,04	25,04	77	09,06	03,07	24	110	1	20,08	117	24,7	11,7	4,8	1	1
2	18,04	28,04	70	11,09	06,07	25	111	1	22,08	116	26,8	11,5	4,9	1	1
3	18,04	26,04	77	09,06	03,07	24	111	1	19,08	115	26,4	11,6	4,9	1	1

Анализируя данные табл. 2, можно сделать вывод, что по результатам первого полевого опыта показатель урожайности растений ярового рапса, семена которого были инкрустированы, превысил показатель семян без обработки на 5,1 ц/га и на 1,5 ц/га протравленных семян.

Во втором опыте показатель урожайности ярового рапса из инкрустированных семян превысил показатель семян без обработки на 4,2 ц/га и на 2,9 ц/га протравленных семян.

В результате третьего опыта было установлено, что инкрустированные семена дали прирост урожайности на 2,1 ц/га относительно необработанных семян и на 0,4 ц/га относительно протравленных семян. Итоговые результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Итоговые результаты полевого опыта семян рапса**

Семена рапса с различной обработкой	ВП, сутки		Урожайность при 12% влажности, ц/га	Влажность семян, %
	всходы-цветение	всходы-созревание		
Необработанные семена	45	117	23,2	11,7
Инкрустированные семена	44	116	27,0	11,5
Протравленные семена	44	115	25,4	11,6

По итогам проведения сравнительной оценки на хозяйственную полезность, среди семян ярового рапса лучшие показатели по урожайности были получены при использовании инкрустированных семян. Это связано с тем, что в процессе инкрустации на семена был нанесен регулятор роста, кроме этого, в бентонитовой глине, которая выступала наполнителем оболочки семян содержатся микроэлементы, которые благотворно влияют на развитие растения.

Необходимо учитывать тот факт, что растения из инкрустированных семян немного позже начали свое развитие, однако в последующем они начали развиваться более эффективно по сравнению с другими. Это связано с тем, что оболочка семени на начальной стадии сдерживала их прорастание. Особенно ярко этот эффект будет ощутим, если почва при посеве будет с недостатком влаги, тогда может отмечаться снижение всхожести и урожайности.

Заключение

При использовании семян с оболочкой очень важно правильно подобрать компоненты оболочки и их пропорции для беспрепятственного прорастания растений, а также осуществлять высев семян в увлажненную почву.

На сегодняшний день в УО БГСХА ведутся исследования по подбору компонентов оболочки семян для создания прочного и легкорастворимого в воде состава, который будет питать растение микроэлементами, не препятствуя его развитию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухин, В. Д. Дражирование семян сельскохозяйственных культур / В. Д. Мухин. – М.: Колос, 1971. – 95 с.
2. Михеев, Д. А. Дражирование семян сахарной свеклы центробежным дражиратором с лопастным отражателем: монография / Д. А. Михеев. под ред. Д. А. Михеева. – Горки. 2017. – 180 с.
3. Червяков, А. В. Результаты экспериментальных исследований процесса дражирования семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с использованием лопастного отражателя / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Беларус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 146–150.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
5. Петровец, В. Р. Результаты полевых исследований дражированных семян гречихи органическими удобрениями на основе гуминовых кислот с обоснованием конструктивно-технологических параметров центробежного дражиратора с лопастным отражателем / В. Р. Петровец, Д. А. Михеев // Вестн. Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2018. – Т. 56. – № 3. С. 357–365.
6. Михеев, Д. А. Дражирование, как перспективный метод предпосевной обработки семян / Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 10–11 октября 2012 г.): в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2012. – Т. 2. – С. 261–264.
7. Михеев, Д. А. Исследования нанесения жидких компонентов на поверхность семян с помощью дискового распылителя в камере смешивания дражиратора / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 27–29 мая, 2015 г.): в 2 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 2. – С. 243–245.
8. Курзенков, С. В. Прогрессивные технологии и оборудование для дражирования семян / С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–22 октября 2015 г.): в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 2. – С. 123–129.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ НА СМЕСЕВОМ СУРЕПНО-МИНЕРАЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

А. Н. КАРТАШЕВИЧ, Р. С. ДАРГЕЛЬ, В. А. ШАПОРЕВ

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

(Поступила в редакцию 08.05.2020)

В статье отражены исследования работы тракторного дизельного двигателя 4ChN 11,0/12,5 (D-245.5S2) на дизельном топливе и смесях дизельного топлива (ДТ) с сурепным маслом (СурМ) – 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ. Приведены результаты стендовых испытаний дизельного двигателя при работе на этих составах топлив. Исследовались эффективные показатели работы дизельного двигателя и показатели его токсичности и дымности при работе на этих составах по нагрузочной характеристике, снятой на номинальном скоростном режиме 1800 мин⁻¹ при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

При работе дизельного двигателя на смесях 90 % ДТ + 10% СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ следует отметить снижение эффективной мощности на 3,07 % и 9,23 %, снижение крутящего момента на 17,73 % и 22,41 % и увеличение КПД на 11 % и 13,88 % соответственно в сравнении с показателями работы на чистом ДТ.

Показатели токсичности и дымности дизельного двигателя при $n=1800$ мин⁻¹ на смешевых топливах 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ характеризуются снижением выбросов с ОГ частиц сажи на 16,42 % и 41,8 % и увеличением оксидов азота на 14,33 % и 18,5 %, а также увеличением выбросов с ОГ диоксида углерода на 2,88 % и 10,92 %, углеводородов на 25 % и 51,66 %, и уменьшением соответственно оксидов углерода на 35 % и 48 %.

Ключевые слова: дизель, дизельное топливо, нагрузка, сурепное масло, отработавшие газы, дымность, токсичность, стендовые испытания, альтернативное топливо.

The article presents studies of the operation of tractor diesel engine 4ChN 11.0 / 12.5 (D-245.5S2) on diesel fuel and mixtures of diesel fuel (DF) with rapeseed oil (RO) – 90 % DF + 10 % RO and 80 % DF + 20 % RO. The results of bench tests of a diesel engine during operation on these fuel compositions are presented. We studied the effective performance of a diesel engine and its toxicity and smoke content when working on these compounds according to the load characteristic recorded at a nominal speed mode of 1800 min⁻¹ with a rational value of fuel injection advance angle $\Theta = 22^\circ$ to top dead center. When a diesel engine is running on mixtures of 90 % DF + 10 % RO and 80 % DF + 20 % RO, a decrease in effective power is noted by 3.07 % and 9.23 %, a decrease in torque by 17.73 % and 22.41 %, and an increase in efficiency by 11 % and 13.88 %, accordingly, in comparison with the performance on pure diesel fuel.

The toxicity and smoke levels of a diesel engine at $n = 1800$ min⁻¹ on mixed fuels 90 % DF + 10 % RO and 80 % DF + 20 % RO are characterized by a decrease in exhaust gases emissions of soot particles by 16.42 % and 41.8 % and an increase in nitrogen oxides by 14.33 % and 18.5 %, as well as an increase in carbon dioxide emissions by 2.88 % and 10.92 %, hydrocarbons by 25 % and 51.66 %, and a decrease in carbon oxides by 35 % and 48 %, respectively.

Key words: diesel, diesel fuel, load, rapeseed oil, exhaust gases, smoke content, toxicity, bench tests, alternative fuel.

Введение

Альтернативные моторные топлива находят все большее применение на транспорте и в других областях экономики [1]. Необходимость широкого использования альтернативных топлив обусловлена истощением мировых запасов нефти, нарастающим дефицитом нефтепродуктов и повышением цен на нефтяные моторные топлива. Другой причиной интенсивных поисков альтернативных энергоносителей для транспорта являются ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей [2].

Одним из направлений решения указанной общемировой проблемы является частичное замещение минерального топлива смешевым, получаемым смешиванием минерального топлива и растительного масла. Среди растительных масел, применяемых для производства смешевого топлива, наибольшее распространение получило рапсовое масло. Однако технология возделывания рапса сложна и затратна. Альтернативными перспективными биоконпонентами смешевого топлива могут являться и другие виды масличных культур, в частности сурепица.

Снизить негативное воздействие ОГ тракторов на окружающую среду и уменьшить зависимость страны от минерального топлива можно, используя смешевое топливо на основе ДТ и сурепного масла (СурМ).

Основная часть

В ходе исследований решалось несколько задач с целью создания новых составов топлив на основе ДТ и СурМ, удовлетворяющих требованиям их применения в дизеле, а также эффективные показатели работы дизельного двигателя и показатели его дымности и токсичности при работе на отмеченных составах топлив.

Выполнены экспериментальные исследования по оценке влияния смесового топлива на показатели дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2). Стендовые испытания дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) проводились в БГСХА на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» в научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания».

Для выявления влияния смесовых видов топлива на основе СурМ на эффективные и экологические показатели работы дизельного двигателя, определения его оптимальных регулировок были проведены экспериментальные исследования на нагрузочном стенде RAPIDO (Германия) мощностью 250 кВт. На рис. 1 представлен общий вид экспериментальной установки для проведения стендовых испытаний. Стенд для проведения моторных испытаний был оборудован приборами, устройствами и приспособлениями для контроля основных показателей работы двигателя, все приборы прошли государственную поверку (рис. 2).



Рис. 1. Нагрузочный стенд RAPIDO

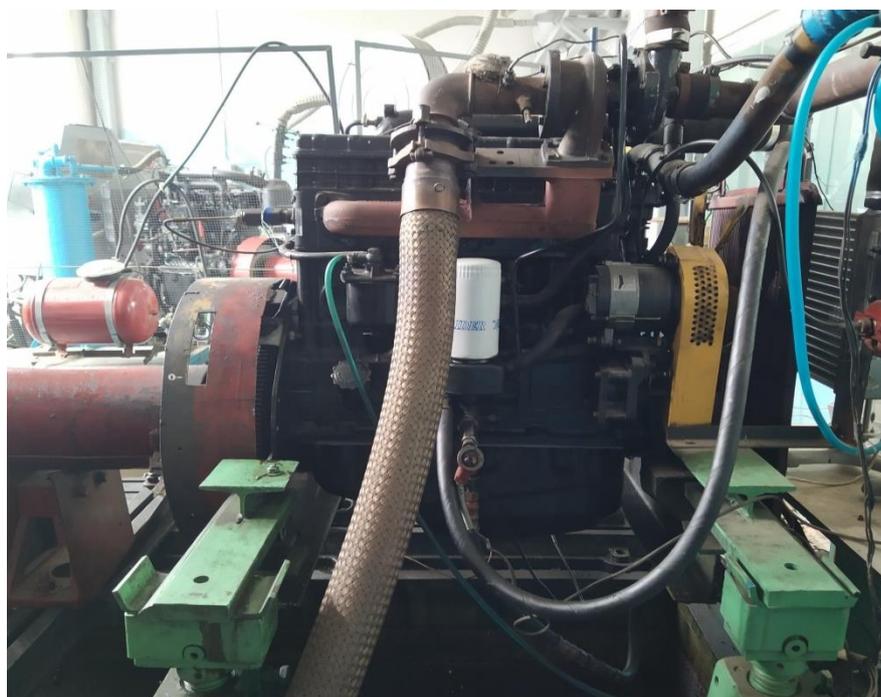


Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки

Исследования проводились на ДТ и смесях дизельного топлива и СурМ: ДТ 100 %, ДТ с 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ.

На рис. 4 представлена нагрузочная характеристика дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ и рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{\text{оп.впр}}=22^\circ$ до в.м.т.

Как видно из данных рис. 4, при работе дизельного двигателя на номинальном режиме на чистом ДТ значение удельного эффективного расхода топлива g_e на незначительно ниже, чем на топливах с добавкой СурМ. При нагрузке $p_e=0,86 \text{ МПа}$ удельный эффективный расход топлива дизельного двигателя, работающего на ДТ, составляет $g_e=210 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$. При работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ значение составляет $g_e=210,36 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$ и $g_e=212 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$ при сопоставимой нагрузке $p_e=0,88 \text{ МПа}$ и $p_e=0,83 \text{ МПа}$. Видно, что удельный расход топлива увеличивается с ростом концентрации СурМ, в сопоставимом выражении это увеличение составляет 0,17 % и 0,995 %.

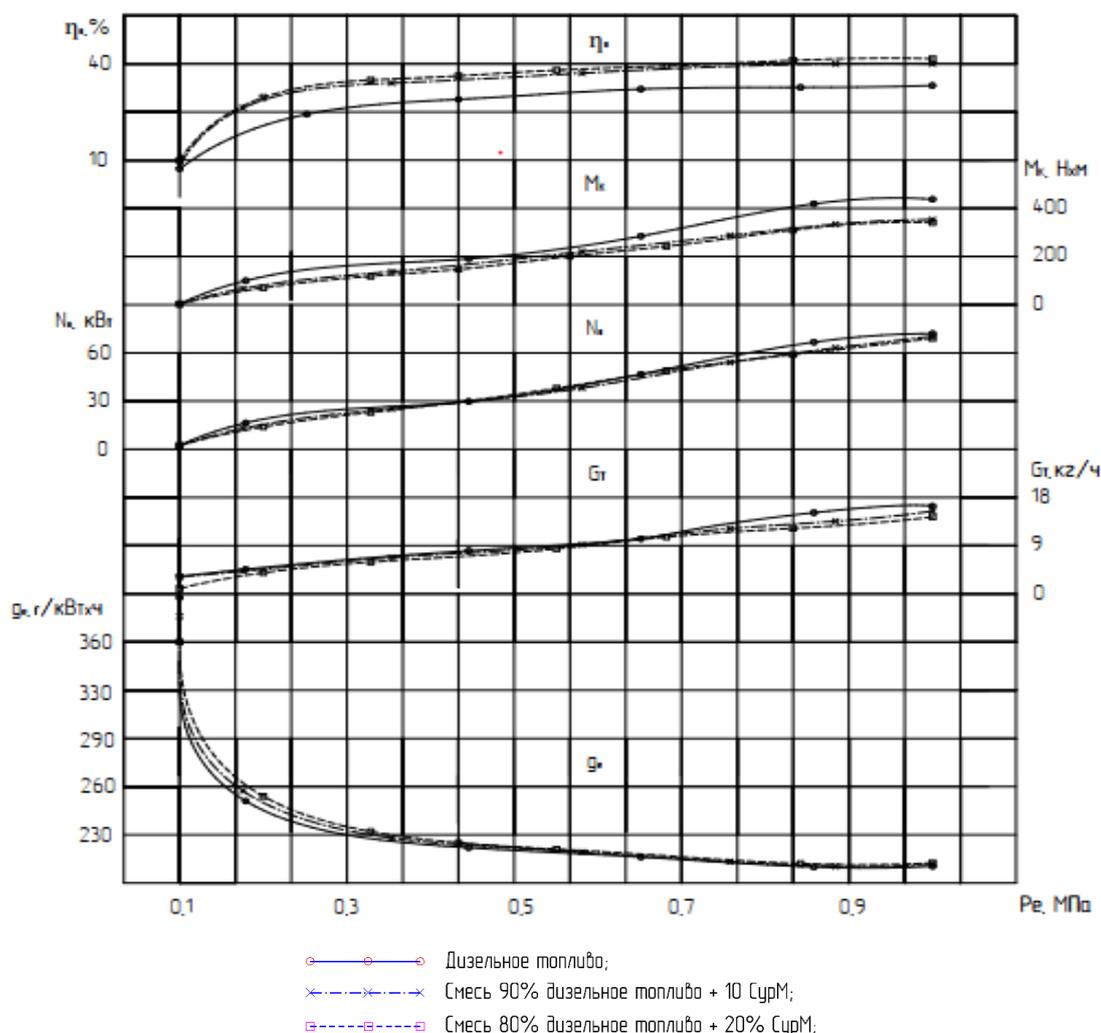


Рис. 3. Нагрузочная характеристика дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ и рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{\text{оп.впр}}=22^\circ$ до в.м.т.

Эффективная мощность дизельного двигателя растет во всем диапазоне увеличения нагрузки от $p_e=0,1 \text{ МПа}$ до $p_e=0,9 \text{ МПа}$, далее этот рост незначителен. При нагрузке $p_e=0,86 \text{ МПа}$ эффективная мощность дизельного двигателя, работающего на ДТ, составляет $N_e=65 \text{ кВт}$. При работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ значение мощности составляет $N_e=63 \text{ кВт}$ и $N_e=59 \text{ кВт}$ при сопоставимой нагрузке $p_e=0,88 \text{ МПа}$ и $p_e=0,83 \text{ МПа}$. Видно, что мощность уменьшается с ростом концентрации СурМ, в сопоставимом выражении это уменьшение составляет 3,07 % и 9,23 %.

Крутящий момент дизельного двигателя также, как и эффективная мощность, растет во всем диапазоне увеличения нагрузки. При нагрузке $p_e=0,86 \text{ МПа}$ крутящий момент дизельного двигателя, работающего на ДТ составляет $M_k=406 \text{ Н}\cdot\text{м}$. При работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ его значение составляет $M_k=334 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и $M_k=315 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при сопоставимой нагрузке

$p_e=0,88$ МПа и $p_e=0,83$ МПа. То есть, крутящий момент уменьшается с ростом концентрации СурМ на 17,73 % и 22,41 %.

Значение эффективного КПД при работе дизельного двигателя на ДТ с нагрузкой ($p_e=0,86$ МПа) составляет 37 %, а при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ значение максимального эффективного КПД составило $\eta_e=36$ % и $\eta_e=40$ % при $p_e=0,88$ МПа и $\eta_e=41$ % при $p_e=0,83$ МПа. Следовательно, эффективный КПД дизельного двигателя увеличивается с ростом концентрации СурМ на 11 % и 13,88 %.

Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 на $n=1800$ мин⁻¹ представлены на рис. 4.

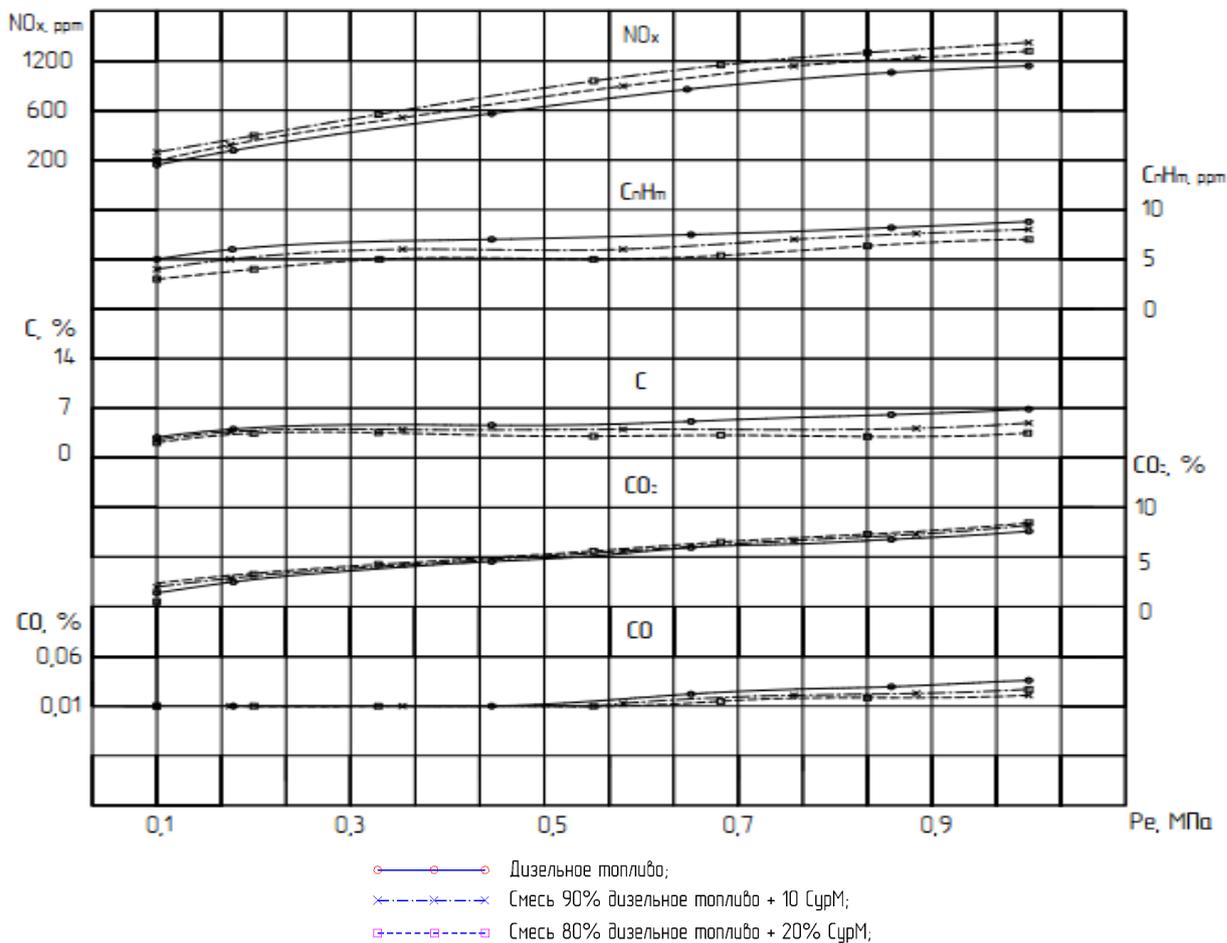


Рис. 4. Показатели токсичности и дымности дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1800$ мин⁻¹ и рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т.

Содержание оксидов азота NO_x в ОГ при работе на ДТ и на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ повышается при увеличении нагрузки во всем диапазоне. При $p_e=0,86$ МПа для чистого ДТ, при $p_e=0,88$ МПа для смеси 10 % СурМ, а при $p_e=0,83$ МПа для смеси и 20 % СурМ содержание оксидов азота NO_x соответственно, составляет 1058 ppm, 1235 ppm и 1298 ppm. Содержание оксидов азота NO_x в ОГ на смеси 90 % ДТ + 10 % больше чем на чистом ДТ на 14,33 %, а на смеси 80 % ДТ + 20 % СурМ больше ДТ на 18,5 %. Следует отметить, что образование оксидов азота происходит по нескольким механизмам, преобладающая роль каждого существенно зависит от температуры процесса сгорания, наличия свободного кислорода и состава топлива.

При увеличении нагрузки содержание сажи С в ОГ при работе, как на ДТ, так и на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ возрастает. Уровень сажи С в ОГ дизельного двигателя при достижении нагрузки $p_e=0,86$ МПа для чистого ДТ составляет 6,0 %, а для смесей, содержащих 10 % СурМ и 20 % СурМ при сопоставимой нагрузке $p_e=0,88$ МПа и $p_e=0,83$ МПа содержание сажи в ОГ составляет 4,15 % и 6,6 %, соответственно. То есть, с ростом присутствия СурМ в смесевом топливе содержание сажи в ОГ снижается на 30,77 % и увеличится на 10 %.

Из графика показателей дымности и токсичности (рис. 2) видно, что выбросы оксидов углерода СО с ОГ повышаются с увеличением нагрузки во всем диапазоне и работе на всех составах топлив. При этом с добавлением 10 % СурМ и 20 % СурМ концентрацию СО в ОГ дизельного двигателя

уменьшается. Так, при $p_e=0,86$ МПа и работе на чистом ДТ выбросы СО составляет 0,023 %, а для смеси 90 % ДТ + 10 % СурМ и сопоставимой нагрузке $p_e=0,88$ МПа значение выбросов СО равно 0,015 %. Для смеси, состоящей из 80 % ДТ + 20 % СурМ при нагрузке $p_e=0,83$ МПа выброс СО уже равен 0,012 %. Можно констатировать, что содержание СО в ОГ дизельного двигателя при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ меньше, чем на чистом ДТ, примерно на 35 % и 48 %. Снижение выбросов оксидов углерода можно объяснить исходным составом используемого топлива.

Работа тракторного дизельного двигателя на топливе с добавлением 10 % СурМ и 20 % СурМ сопровождается незначительным повышением выбросов диоксида углерода CO_2 с ОГ по всему диапазону нагрузки. При $p_e=0,86$ МПа для чистого ДТ, при $p_e=0,88$ МПа для смеси 90 % ДТ + 10 % СурМ, а при $p_e=0,83$ МПа для смеси 80 % ДТ + 20 % СурМ содержание диоксида углерода CO_2 составляет 6,59 %, 6,78 % и 7,31 %. Выбросы диоксида углерода CO_2 с ОГ увеличиваются с ростом замещения чистого ДТ смесевым топливом, в процентном соотношении составляет 2,88 % и 10,92 %. Следует отметить, что данный рост диоксида углерода CO_2 является незначительным, важно помнить, что диоксида углерода является менее опасным для человека с физиологической точки зрения, чем другие нормируемые компоненты ОГ дизельного двигателя.

Выбросы несгоревших углеводородов C_nH_m в ОГ дизельного двигателя увеличивается во всем диапазоне увеличения нагрузки, но меньше в сравнении с работой дизельного двигателя на чистом ДТ. Так, при работе дизельного двигателя на чистом ДТ выбросы углеводородов C_nH_m составляют 7 ppm при $p_e=0,86$ МПа, а на топливах с добавлением 10 % СурМ и 20 % СурМ выбросы углеводородов C_nH_m составляют 6 ppm и 5 ppm при сопоставимой нагрузке $p_e=0,88$ МПа и $p_e=0,83$ МПа. В процентном выражении снижение выбросов C_nH_m в ОГ применительно к чистому ДТ составляет 28,57 % и 14,28 %.

Заключение

Анализ нагрузочной характеристики дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5, работающего при $n=1800$ мин⁻¹ на смесях ДТ с СурМ, позволяет сделать следующие выводы:

1. Эффективные показатели работы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ в отличии от работы на чистом ДТ, показывают снижение мощности на 3,07 % и 9,23 %, снижение крутящего момента на 17,73 % и 22,41 %, и увеличение КПД на 11,11 % и 13,88 %, следовательно, это происходит по всему диапазону роста нагрузки.

2. Работа дизельного двигателя на смесях 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ характеризуется увеличением удельного эффективного расхода смесевоего топлива на 0,17 % и 0,995 % по отношению к работе на чистом ДТ во всем диапазоне изменения нагрузки.

3. Показатели дымности и токсичности дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1800$ мин⁻¹ на смесевых топливах 90 % ДТ + 10 % СурМ и 80 % ДТ + 20 % СурМ характеризуются снижением выбросов с ОГ частиц сажи на 30,77 % и увеличится на 10 % и увеличением оксидов азота на 14,33 % и 18,5 % соответственно, а также увеличением выбросов с ОГ диоксида углерода на 2,88 % и 10,92 %, углеводородов на 25 % и 51,66 %, и снижением соответственно оксидов углерода на 35 % и 48 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, П. Ю. Малышкин [и др.]. – Горки, БГСХА, 2013. – 376 с.
2. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2008. – 261 с.
3. Карташевич А. Н. Тракторы и автомобили. Газовое оборудование для автотракторной техники: курс лекций / А. Н. Карташевич, П. Ю. Малышкин, А. А. Сысоев – Горки, 2012. – 86 с.
4. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для высш. школы / А. Р. Кульчицкий. – 2-е изд. – М.: Академический Проект, 2004. – 400 с
5. Карташевич, А. Н. Определение рациональных регулировок дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 для работы на смесях дизельного топлива с биогазом / А. Н. Карташевич, В. А. Шапоров, С. А. Плотников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 149–153.
6. Плотников, С. А. Разработка числовых методов определения свойств новых топлив. / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич // Вестник машиностроения. – 2018. – № 3. – С. 7–10.
7. Альтернативные топлива для автотракторной техники: курс лекций / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки, 2013. – 60 с.
8. Kartashevich, A. N. Flammability of New Diesel Fuels / S. A. Plotnikov // Russian Engineering Research, 2018, Vol. 38, No. 6, pp. 424–427.
9. Карташевич А. Н. Показатели работы тракторного дизельного двигателя на рапсовом масле. / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка // Двигателестроение. – 2011. – № 2. – С. 39–41.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК332.334:[631.95+338.43](476)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

О. В. ТИШКОВИЧ

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

(Поступила в редакцию 03.02.2020)

Применение результатов эколого-экономической оценки сельскохозяйственных почв и земель может быть очень многогранным и разносторонним, и не сводиться только к области землеустройства.

В настоящее время существует множество направлений по оптимизации и совершенствованию мероприятий по эффективному использованию сельскохозяйственных земель, однако, все они не в достаточно полной мере отражают эколого-экономический потенциал использования сельскохозяйственных земель, в частности пахотных.

Вопрос осуществления эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель является очень актуальным и практически востребованным в настоящее время при землеустроительном планировании и проектировании, в процессе которого решаются вопросы оптимизации структуры и перераспределения земель, формирования земельных участков для различных целей, определения экологических ограничений (обременений) землепользования, размещения хозяйственных и инфраструктурных объектов, определения размера ущерба (убытков) от нерационального использования почвенно-земельных ресурсов, расчета компенсационных платежей и т.д., а также, для успешной реализации инвестиционной политики природопользования [1].

В данной статье приводятся основные направления использования результатов эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель и почв, а также результаты применения полученных данных на примере конкретного хозяйства РУП «Учхоз БГСХА», которые показывают на сколько изменяются величины показателей при применении рекомендуемых характеристик с учетом всех негативных факторов окружающей среды, отрицательно влияющих на урожайность основных сельскохозяйственных культур. Полученные данные в результате исследований можно использовать как в качестве дополнения к основным направлениям использования результатов кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, так и как самостоятельный элемент использования.

Ключевые слова: эколого-экономическая оценка, почвы, сельскохозяйственные земли, эффективное использование, результаты оценки.

The application of the results of ecological and economic assessment of agricultural soils and lands can be very multifaceted and versatile, and can not be reduced only to the field of land management.

Currently, there are many directions for optimizing and improving measures for the efficient use of agricultural land, however, all of them do not fully reflect the environmental and economic potential of the use of agricultural land, in particular arable land.

The issue of environmental and economic assessment of agricultural land is very relevant and practically in demand at present in land planning and design, during which the issues are solved of optimizing the structure and redistribution of land, the formation of land for various purposes, the determination of environmental restrictions (burdens) of land use, location of economic and infrastructure facilities, determining the amount of damage (loss) from the irrational use of soil and land resources, calculation of compensation payments, etc., as well as successful implementation of the investment policy of environmental management.

This article presents the main directions of using the results of environmental and economic assessment of agricultural lands and soils, as well as the results of applying the data obtained on the example of a particular farm RUE "Experimental Farm of BSAA", which show how much the values of indicators change when applying the recommended characteristics, taking into account all the negative environmental factors negatively affecting the productivity of major crops. The data obtained as a result of research can be used both as an addition to the main areas of use of the results of the cadastral valuation of agricultural land, and as an independent element of use.

Key words: environmental and economic assessment, soil, agricultural land, efficient use, assessment results.

Введение

Эрозия земель в достаточно большой степени связана с экологией и окружающей средой. Эрозионные процессы способствуют ухудшению экологического состояния окружающей среды в целом. Влияние на экологию наиболее значительно происходит в районах интенсивной хозяйственной дея-

тельности, что отражается на всех мероприятиях по охране земельных ресурсов. В настоящее время нет методики составления бизнес-планов для землеустроительных проектов, как правило, их разработка и использование в сельском хозяйстве происходит стихийно, основываясь на опыте западных стран.

Данные, полученные в результате эколого-экономической оценки сельскохозяйственных земель, позволяют наиболее детально определить характеристики земельного участка, в отношении которого устанавливаются различные платежи, что делает их более гибкими и точными.

Основная часть

Результаты эколого-экономической оценки земель и почв можно использовать в тех же направлениях что и результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, но только для более точной детализации характеристик, влияющих на определяемую величину:

- Установление ставок земельного налога. Согласно ст. 241 Налогового кодекса Республики Беларусь (Особенная часть) от 29.12.2009 г. № 71-З кадастровая стоимость используется для установления ставок земельного налога на земельные участки.

- Нормирование затрат на выполнение полевых механизированных работ при возделывании сельскохозяйственных культур. При кадастровой оценке получают полную информацию о технологических свойствах и местоположении земельных участков, которая содержит показатели нормообразующих факторов, на основании чего можно определять сменные нормы выработки и расхода топлива.

- Оптимизация использования сельскохозяйственных земель. По величине нормативного чистого дохода по отношению к среднереспубликанским условиям можно судить о проблемных сельскохозяйственных организациях. В таких случаях необходимо проанализировать исходные данные и выявить земельные участки, имеющие отрицательные показатели и предложить мероприятия по их улучшению или репрофилированию для несельскохозяйственных нужд. В данном случае для решения таких проблем может прийти эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель.

- Обоснование проектов внутрихозяйственного землеустройства и схем землеустройства районов и землепользований.

- Определение размеров убытков в связи с изъятием земельных участков.

- Оптимизация размещения посевов сельскохозяйственных культур. Здесь одним из наилучших способов повышения эффективности производства без высоких материальных затрат является рациональное размещение посевов сельскохозяйственных культур, с учетом качества земель.

- Управленческие решения в сельском хозяйстве. Необходимость разработки механизма выравнивания экономических условий хозяйствования организаций, использующих различные по качеству земли [2].

В процессе проведения оптимизационных работ в основном решаются следующие практические вопросы:

исключение из сельскохозяйственного оборота низкокачественных, убыточных земель, или их перевод в другие виды земель;

повышение эффективности использования пахотных земель за счет правильной организации севооборотов и размещения посевов сельскохозяйственных культур по рабочим участкам.

Сопоставление затрат, в том числе средств и ресурсов, в обязательном порядке направляемых на сохранение и поддержание экосистем и производимых ими услуг, и выгод, включающих стоимости экосистемных услуг, позволит объективно оценивать эффект планируемой хозяйственной деятельности и принимать более взвешенные управленческие решения.

В частности, этот вопрос является актуальным и практически востребованным при землеустроительном планировании и проектировании, в процессе которого решаются вопросы оптимизации структуры и перераспределения земель, формирования земельных участков для различных целей, определения экологических ограничений землепользования, размещения хозяйственных и инфраструктурных объектов, определения ущерба (убытков) от нерационального использования почвенно-земельных ресурсов, расчета компенсационных платежей и т. д., а также для успешной реализации инвестиционной политики природопользования.

РУП «Проектный институт «Белгипрозем» для земель с кадастровой оценкой сельскохозяйственных земель от 21 до 28 баллов определены следующие направления переориентации использования обрабатываемых земель [3]:

пахотные земли на осушенных массивах, на которых не обеспечивается весь комплекс необходимых мероприятий, рекомендуется репрофилировать в луговые улучшенные для сенокосения;
в улучшенные луговые земли для выпаса сельскохозяйственных животных;
низкоплодородные пахотные и улучшенные луговые земли, с выродившимся травостоем, возобновление которого в данной экономической ситуации неэффективно, рекомендуется использовать как луговые естественные земли;

передача обрабатываемых земель сельским исполнительным комитетам для нужд населения, крестьянским (фермерским) хозяйствам участков которые из-за неудобного расположения, удаленности приводит их использование к неэффективному, либо перевод в залежные земли.

Если говорить, что на величину нормативного чистого дохода в первую очередь влияет урожайность сельскохозяйственных культур, то здесь важным фактором остается плодородие почв, которое снижается в большей степени при развитии деградационных процессов земель разных типов и форм. При деградации земель снижается содержание питательных веществ. Следовательно, любому хозяйству для поддержания плодородия почв на нужном уровне необходимо вносить еще большие дозы органических и минеральных удобрений. Здесь как раз можно использовать данные эколого-экономической оценки почв и земель, которые позволяют установить в отношении конкретного хозяйства величину таких потерь, а следовательно и затраты хозяйства на приобретение и внесение удобрений, необходимых для компенсации питательных веществ, находящихся в смываемой почве в результате проявления водной эрозии земель. При выполнении такой оценки можно также определить такие потери и в стоимостном выражении, отражающие сколько хозяйству нужно затратить дополнительные средства на поддержание почвы в плодородном состоянии. Совершенствование мероприятий по эффективному использованию пахотных земель за счет правильного выбора типа севооборотов и размещения посевов сельскохозяйственных культур по существующим рабочим участкам, с учетом противозрозионной организации территории осуществлялось на территории РУП «Учхоз БГСХА» Горьковского района Могилевской области.

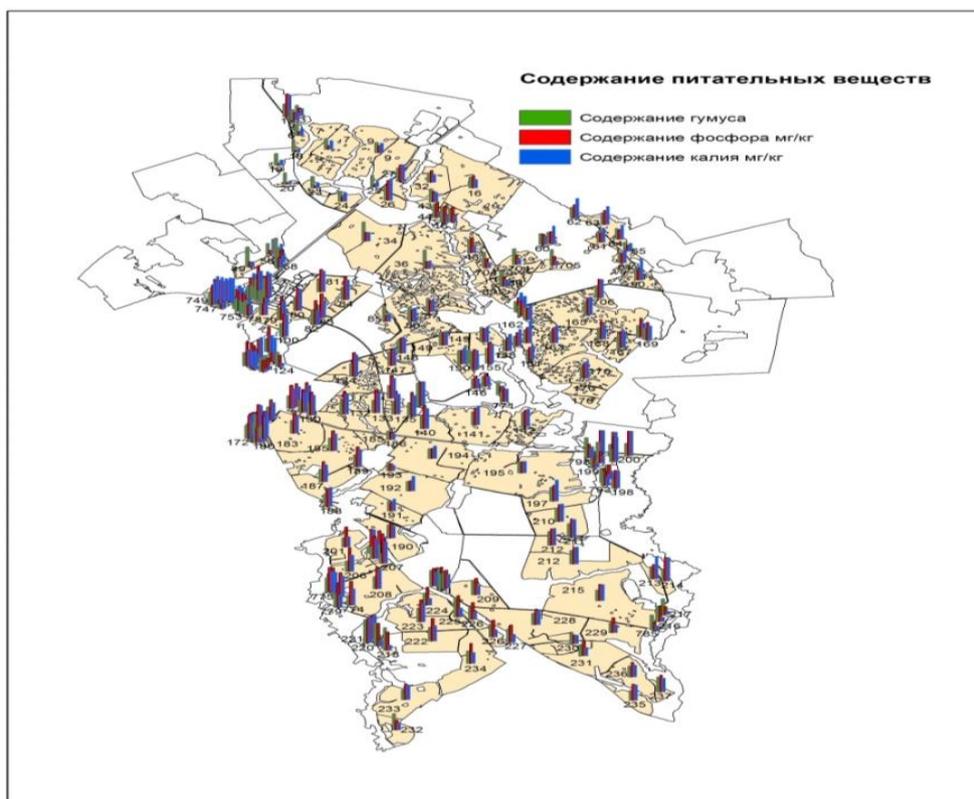


Рис. Содержание питательных веществ по рабочим участкам пахотных земель РУП «Учхоз БГСХА»
Примечание. Источник: рисунок разработан автором.

На рисунке представлена информация о содержании гумуса и питательных веществ по каждому рабочему участку на территории землепользования РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района, необходимая для первоначальной работы.

На основании многолетних наблюдений выявлено, что сельскохозяйственные культуры оказывают различное влияние на развитие и интенсивность водноэрозионных процессов. По почвозащитным свойствам они делятся на 3 группы: 1) высокой почвозащитной эффективности; 2) средней почвозащитной эффективности; 3) низкой почвозащитной эффективности. Сельскохозяйственные культуры имеют следующие коэффициенты почвозащитной степени: многолетние травы первого года использования – 0,92, многолетние травы 2–3 года использования – 0,98, озимые зерновые – 0,89, яровые зерновые – 0,67, однолетние травы – 0,65, картофель – 0,18.

С учетом рекомендуемых показателей были составлены различные типы севооборотов для данного хозяйства с учетом существующей степени эрозии сельскохозяйственных земель, что позволило в дальнейшем при осуществлении расчетов сравнить величины существующего и перспективного нормативного чистого дохода, а также сравнить потери питательных веществ при существующем и рекомендуемых типах севооборотов.

Заключение

При выполнении принципа наилучшего и наиболее эффективного использования земель были составлены различные типы севооборотов для хозяйства с учетом существующей водной эрозии земель. Для этого в пределах выделенных технологических групп предлагается структура посевных площадей, которая является наиболее рациональной для каждой группы земель.

Любая растительность обладает мощным противозерозионным фактором. Чем больше времени в году почва покрыта надземным растительным покровом и пронизана корнями, тем существует наименьшая вероятность проявления и развития водноэрозионных процессов [4].

В результате расчетов, разница между существующим нормативным чистым доходом и рассчитанным по рекомендуемым характеристикам в хозяйстве составляет 42,7 долларов США с 1 гектара. Полученное значение от исходного показателя составляет 124 %. В разрезе пахотных земель, площадь которых составляет 7405,1 га, рассматриваемого хозяйства данная разница составит 316,2 тыс. долл. США.

Исходя из среднереспубликанских данных о потере питательных веществ по группам культур, были рассчитаны потери питательных веществ для рекомендуемой структуры посевных площадей для каждой технологической группы для данного землепользования, для дальнейшего сравнения с потерями при существующей структуре посевных площадей в хозяйстве. Также данная оценка дает возможность выразить в стоимостной форме недополученные (обеспечивающие) экосистемные услуги, которые предоставляют земли и почвы в процессе их сельскохозяйственного использования. Для данного хозяйства они составляют 666,5 тыс. руб. при существующей системе ведения хозяйства, а при разработанных показателях – 529,9 тыс. руб. Так, экономия средств с учетом применения рекомендуемой структуры посевных площадей с учетом развития разной степени водной эрозии составляет 136,6 тыс. руб., что на 20 % ниже существующих значений.

Результаты эколого-экономической оценки земель рекомендуется также использовать при разработке бизнес-плана, которые являются достаточно надежным показателем эффективности вложения инвестиций в работы, направленных на борьбу с деградацией почв и земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яцухно, В. М. Экосистемные услуги земель/почв: особенности, значение, перспектива использования / В. М. Яцухно, Г. В. Дудко, О. В. Тишкович // Земля Беларуси. – 2018. – № 1. – С. 35–39.
2. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Под ред. Г. М. Мороза, В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
3. Запрудская, Т. А. К вопросу оптимизации использования земель сельскохозяйственных организаций Борисовского района / Т. А. Запрудская // Аграрная экономика. – 2018. – № 7. – С. 54–58.
4. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.] ; под общ. ред. В. В. Лапа, А. Ф. Черныша ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.

КРЕСТЬЯНСКИЕ (ФЕРМЕРСКИЕ) ХОЗЯЙСТВА КАК СУБЪЕКТ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Е. В. ГОРБАЧЁВА

*ГУ «Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лукиновича» НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, 220108, e-mail: levigo@tut.by*

Т. А. ЗАПРУДСКАЯ

*РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220108*

С. М. КОМЛЕВА

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

(Поступила в редакцию 10.03.2020)

Возникновение крестьянских (фермерских) хозяйств как новой организационно-правовой формы в аграрном секторе национальной экономики стало возможным, в том числе, благодаря начавшейся в начале 90-х годов прошлого столетия земельной реформе, которая предусматривала существенное изменение земельных отношений, которые всегда регулируются действующим в стране законодательством и являются по форме земельными правоотношениями. Система сложившихся земельных отношений определяет государственные механизмы управления земельными ресурсами, системы хозяйствования на земле, формы собственности на землю. Базовым элементом деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств является земельный участок, размер, качественные и технологические характеристики которого должны соответствовать специализации, уровню и возможностям производства. Поэтому четко обозначенные и законодательно закреплённые со стороны государства условия предоставления земельных участков, гарантированные права на них и защита интересов землепользователей являются важным условием для развития новых форм хозяйствования на земле. В Республике Беларусь большое внимание уделяется совершенствованию механизмов правового и экономического стимулирования развития и поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств. Законодательно закреплён упрощённый порядок предоставления земельных участков для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, а с целью удешевления работ по оформлению соответствующей землеустроительной документации, а также государственной регистрации их создания и возникновения права на них предусмотрено, что эти мероприятия осуществляются за счёт средств республиканского бюджета. В статье рассмотрены вопросы появления и развития крестьянских (фермерских) хозяйств в Республике Беларусь в контексте изменяющихся земельных отношений, нормативно-правовые основы их создания и деятельности, представлена динамика развития и изменения их площадей, а также группировка по площади сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: *крестьянские (фермерские) хозяйства, земельные отношения, нормативные правовые акты, субъект земельных отношений, организационно-правовая форма, земельный участок.*

The emergence of peasant (farmer) households as a new legal form in the agricultural sector of the national economy became possible, including due to the land reform that began in the early 90s of the last century, which provided for a significant change in land relations, which are always regulated by the current legislation in the country and are in the form of legal land relations. The system of existing land relations determines the state mechanisms of land management, land management systems, land ownership. The basic element of the activity of peasant (farmer) farms is a land plot, the size, quality and technological characteristics of which must correspond to specialization, level and production capabilities. Therefore, clearly defined and legally enforced by the state conditions for the provision of land, guaranteed rights to them and protection of the interests of land users are an important condition for the development of new forms of land management. In the Republic of Belarus, much attention is paid to improving the mechanisms of legal and economic incentives for the development and support of peasant (farmer) farms. A simplified procedure for the provision of land for peasant (farm) farming has been legislatively fixed, and in order to reduce the cost of work on drawing up the relevant land management documentation, as well as state registration of their creation and the creation of a right to them, it is stipulated that these measures are carried out at the expense of the republican budget. The article discusses the emergence and development of peasant (farmer) farms in the Republic of Belarus in the context of changing land relations, the legal framework for their creation and activities, presents the dynamics of development and changes in their areas, as well as grouping by the area of agricultural land.

Key words: *peasant (farmer) enterprises, land relations, regulatory legal acts, subject of land relations, organizational-legal form, land plot.*

Введение

Становление и постепенная трансформация рыночных отношений в аграрном секторе национальной экономики Республики Беларусь способствовали появлению новой организационно-правовой формы сельскохозяйственных организаций – крестьянских (фермерских) хозяйств (далее – К(Ф)Х). Основным механизмом стимулирования данного процесса в республике стало принятие с конца 90-х гг. прошлого века ряда нормативных правовых документов, предусматривающих увеличение размеров земельных участков, систему государственной поддержки и укрепление материально-технической базы К(Ф)Х. На данный момент данная организационно-правовая форма является субъек-

ектом сложной системы аграрных, гражданских, земельных, финансовых и других правоотношений, а базовую основу ее деятельности составляют три основных элемента: земельный участок, предоставляемый для ведения хозяйства; имущественный комплекс; лица, ведущие совместное производство товарной продукции. К(Ф)Х принадлежит на праве собственности имущество, переданное в качестве вклада в уставный фонд хозяйства его учредителями (членами), а также имущество, произведенное и приобретенное в процессе его деятельности [4].

Основная часть

В современных условиях процесс развития данной организационно-правовой формы хозяйствования в аграрной сфере начался более 35 лет назад. Возможность создания и ведения крестьянского хозяйства возникла еще в советский период (с середины 80-х гг. XX в.). Так, с принятием Указа Президиума Верховного Совета СССР от 7 апреля 1989 г. № 10277-ХІ «Об аренде и арендных отношениях в СССР», была заложена законодательная основа предоставления земельных участков и принятия соответствующих законодательных актов о порядке их выделения лицам, изъявившим желание заняться индивидуальной трудовой деятельностью в сельском хозяйстве (крестьянским хозяйством). Земельные участки для этой категории хозяйств предоставлялись в аренду, размер их устанавливался законодательством союзных республик, но с учетом возможности обработки личным трудом членов крестьянского хозяйства, которое в тот период рассматривалось как семейно-трудовое объединение лиц, ведущее совместное хозяйство на земельном участке и выступающее в хозяйственном отношении как единое целое. Правовой режим имущества того периода определялся в виде общей совместной собственности членов хозяйства, специальное законодательство отсутствовало.

Активизация развития К(Ф)Х началась с обретением Республики Беларусь суверенитета и началом экономических преобразований в начале 90-х годов прошлого века. Следует отметить, что новой организационно-правовой форме ведения сельскохозяйственного производства стали присущи специфические черты, которые были закреплены в Законе Республики Беларусь от 18 февраля 1991 года № 611-ХІІ «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» [4]. Деятельность по их организации и ведению получила детальную регламентацию с появлением специального законодательства, в соответствии с которым они приобрели статус юридического лица, и были признаны самостоятельной организационно-правовой формой ведения сельскохозяйственного производства наравне с коллективными и советскими хозяйствами.

По мере развития К(Ф)Х, происходящих изменений в аграрной сфере производства и становления новых земельных отношений в республике совершенствовалось и законодательство, регулирующее вопросы их создания и функционирования, в том числе предоставление земельных участков. Так, на первоначальном этапе субъектами земельных отношений, которым предоставлялись земельные участки для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, являлись только физические лица, то есть граждане Республики Беларусь, иностранные граждане и лица без гражданства. В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле от 04.01.1999 г. № 226-З, дееспособным гражданам, изъявившим желание вести К(Ф)Х, земельные участки предоставлялись на праве пожизненного наследуемого владения или в аренду, а иностранным гражданам и лицам без гражданства – в аренду. В первой редакции Закона Республики Беларусь от «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» было определено, что в пожизненное наследуемое владение предоставляются земельные участки в размере до 50 га сельскохозяйственных земель [4]. Кроме того, были установлены две категории граждан, имеющие право на получение земли для ведения К(Ф)Х: во-первых, члены колхозов и других кооперативов, работники сельскохозяйственных предприятий (кроме сельскохозяйственных предприятий, на землях которых проводятся долготлетние опыты), пожелавшие выйти из их состава (уволиться) и вести крестьянское (фермерское) хозяйство, а во-вторых, лица, не связанные с сельским хозяйством. Для первой категории земельные участки изымаются из земель указанных предприятий и предоставляются по решению районного исполнительного и распорядительного органа. С целью создания равных условий хозяйствования было уделено внимание и качеству предоставляемых земельных участков, кадастровая оценка которых должна быть, как правило, на уровне средней по базовому хозяйству. В случае предоставления для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства земель с оценкой ниже средней кадастровой по хозяйству устанавливались налоговые и другие льготы.

Заметим, что в то время законодательные акты имели много противоречий и сложностей в реализации. Так, на практике невозможно было наделить всех граждан, желающих создать и вести К(Ф)Х, земельными участками с кадастровой оценкой на уровне среднего показателя по хозяйству, осуществить выделение доли имущества и части прибыли члену колхоза или государственного сельскохозяйственного предприятия.

В настоящее время процесс организации и деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств ре-

гламентируется достаточно большим перечнем нормативных правовых актов, среди которых: Закон Республики Беларусь от 18.02.1991 г. № 611-ХІІ «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» [4]; Гражданский кодекс Республики Беларусь [1]; Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 года № 425-3 [3]; Указ Президента Республики Беларусь от 27.12.2007 № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков» [7]; Указ Президента Республики Беларусь от 01.04.1998 г. № 193 «О некоторых мерах по совершенствованию регулирования деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств» [6]; Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.05.2011 г. № 645 «О некоторых вопросах деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств» [5]; Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.02.1998 г. № 293 «Об отнесении ряда крестьянских (фермерских) хозяйств к опытным и их государственной поддержке» [8]; Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.04.1998 г. № 689 «Об утверждении Типового договора между крестьянским (фермерским) хозяйством и райисполкомом о развитии сельскохозяйственного производства и порядка заключения соответствующего договора» [9] и др.

В соответствии с действующим законодательством крестьянским (фермерским) хозяйством признается коммерческая организация, созданная одним гражданином (членами одной семьи), внесшим (внесшими) имущественные вклады для осуществления предпринимательской деятельности по производству сельскохозяйственной продукции, а также по ее переработке, хранению, транспортировке и реализации, основанной на его (их) личном трудовом участии и использовании земельного участка, предоставленного для этих целей в соответствии с законодательством об охране и использовании земель [4].

В Кодексе Республики Беларусь о земле от 23.07.2008 г. № 425-3 [3] в качестве субъектов земельных отношений, которые могут быть К(Ф)Х, помимо физических лиц (граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лица без гражданства, постоянно проживающих на территории Республики Беларусь), выступают также К(Ф)Х как юридические лица. Размер земельного участка, предоставляемого гражданину Республики Беларусь для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства на праве пожизненного наследуемого владения, не может превышать 100 га сельскохозяйственных земель, размер земельного участка, предоставляемого на праве постоянного пользования или аренды, определяется проектом отвода земельного участка [3]. Дееспособные граждане Республики Беларусь, иностранные граждане и лица без гражданства, должны подать в соответствующий районный исполнительный комитет заявление о подтверждении возможности размещения К(Ф)Х и предполагаемом месте размещения земельного участка для его ведения.

Процедура создания К(Ф)Х происходит в два этапа: вначале требуется его регистрация как юридического лица, а затем появляется возможность предоставления земельного участка. Следует отметить, что после государственной регистрации земельный участок предоставляется по выбору К(Ф)Х (как юридическому лицу) в постоянное пользование или аренду либо главе этого хозяйства в пожизненное наследуемое владение или аренду. Преимущественное право на получение земельного участка имеют хозяйства, создаваемые лицами, зарегистрированными в сельском населенном пункте, поселке городского типа или ином населенном пункте, расположенном на территории соответствующего сельсовета, а также членами (работниками) реорганизуемых или ликвидируемых сельскохозяйственных организаций. Земельные участки предоставляются К(Ф)Х либо их главам, как правило, единым массивом и в первую очередь из фонда перераспределения земель [3].

Порядок предоставления земельных участков для ведения К(Ф)Х регулирует Указ Президента Республики Беларусь от 27.12.2007 № 667 «Об изъятии и предоставлении земельных участков» [7], которым определен целый ряд особенностей, направленных на удешевление выполнения работ и упрощение процедуры. Так, земельные участки предоставляются без проведения аукциона на право заключения договоров их аренды и без проведения предварительного согласования места размещения земельного участка. Одним из направлений государственной поддержки деятельности К(Ф)Х является установление границы предоставленного земельного участка, а также государственная регистрация его создания и возникновения права на него осуществляется за счет средств республиканского бюджета [7]. Проект отвода земельного участка в соответствии с действующим законодательством разрабатывается структурным подразделением по землеустройству соответствующего исполнительного комитета на основании заявления. При этом если земельный участок предоставляется главе К(Ф)Х, то разработка проекта отвода должна быть выполнена в срок, не превышающий 15 рабочих дней, а случае, если земельный участок предоставляется К(Ф)Х как юридическому лицу, – в срок, не превышающий 20 рабочих дней со дня поступления такого заявления. После согласования проекта отвода земельного участка организацией по землеустройству устанавливается граница этого участка на местности в порядке, определенном Государственным комитетом по имуществу [7].

На 1 января 2019 г. в Республике Беларусь было зарегистрировано 2941 К(Ф)Х, их них осуществлявшими сельскохозяйственную деятельность признано 2700 хозяйств. Ими произведено 2,2 % продукции сельского хозяйства, в т. ч. зерна – 2,4, картофеля – 6,4, овощей – 18,5, шерсти – 12,8 %. Среднесписочная численность работников в крестьянских (фермерских) хозяйствах составляла 10 216 человек (в среднем 3,9 человека на одно хозяйство). Хозяйства специализируются, в основном, на производстве продукции растениеводства, доля которой составляет около 90 % от всей производимой ими продукции [2].

Для осуществления деятельности хозяйствам данной организационно-правовой формы предоставлены земельные участки общей площадью 223,8 тыс. га, в том числе 194,1 тыс. га сельскохозяйственных земель, из них 137,4 тыс. га – пахотных. В расчете на одно хозяйство приходится 73,6 га сельскохозяйственных земель и 52,1 га – пахотных. В пожизненное наследуемое владение К(Ф)Х предоставлено 74,9 тыс. га, в постоянное пользование – 113,7, во временное пользование – 0,4, в аренду – 34,8 тыс. га [10].

Данные о количестве К(Ф)Х, наличии и структуре предоставленных им земель, вещных правах на землю за период с 1990 г. по 2018 г. представлены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика изменения площадей крестьянских (фермерских) хозяйств в Республике Беларусь, 1990–2018 гг. (на 31.12)

Годы	Количество К(Ф)Х	Общая площадь земель, тыс. га.	Сельскохозяйственные земли, тыс. га.	в том числе: пахотные земли, тыс. га.	Средний размер земельного участка, га	По видам прав на землю, тыс. га:		
						в пожизненном наследуемом владении	в постоянном пользовании	арендуемых
1990	71	1,8	1,3	–	25,4	–	–	–
1995	3029	62,4	53,1	43,5	20,6	–	–	–
2000	2525	82,8	72,1	58,1	32,8	–	–	–
2005	2204	148,6	130,5	93,2	67,4	76,9	0	71,7
2010	2149	131,9	115,3	85,4	61,4	71,1	20,5	40,3
2015	2680	186,2	163,7	118,9	69,5	73,8	78,8	33,6
2016	2736	194,5	171,3	122,4	71,1	73,4	87,5	33,5
2017	2854	206,7	180,1	128,4	72,4	74	98,3	34,3
2018	2941	223,8	194,1	137,4	76,1	74,9	113,7	34,8

Примечание. Таблица составлена на основании данных Государственного комитета по имуществу.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что в анализируемом периоде происходило не только увеличение численности крестьянских (фермерских) хозяйств, но постепенно возросла и средняя площадь земельного участка, предоставляемого для осуществления их деятельности. На конец 2018 года только треть земель (74,9 тыс. га, или 33,5 %) были предоставлены на праве пожизненного наследуемого владения, что можно объяснить возможностью получить земельный участок большей площади для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства на праве постоянного пользования или в аренду.

Выполненная дифференциация К(Ф)Х по площади сельскохозяйственных земель позволила выявить, что на 1 января 2019 г. наибольшее количество фермерских хозяйств – 710 (24,1 % от общего количества), имеют площадь земель от 20 до 50 га. Не имеют земельных участков 174 крестьянских (фермерских) хозяйства, причем наибольшее их количество находится в Минской области – 39 (табл. 2).

Таблица 2. Группировка К(Ф)Х Республики Беларусь по площади сельскохозяйственных земель, на 1 января 2019 г., единицы

Группы крестьянских (фермерских) хозяйств по площади земельных участков, га	Область						Всего по Республике Беларусь
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилёвская	
не имеют земельных участков	33	22	31	24	39	25	174
до 5,0 га	72	52	38	31	106	31	330
5,1–10,0 га	89	38	56	40	120	28	371
10,1–20,0 га	127	59	57	56	146	34	479
20,1–50,0 га	140	101	124	109	165	71	710
50,1–100,0 га	83	55	93	58	114	73	476
100,1–150,0 га	29	18	23	24	29	30	153
150,1–200,0 га	14	11	3	9	14	18	69
200,1 – 300 га	11	8	15	11	19	17	81
более 300 га	11	13	10	13	20	31	98

Примечание. Таблица составлена на основании данных Государственного комитета по имуществу.

Заключение

Таким образом, крестьянские (фермерские) хозяйства являются одной из самых динамично развивающихся организационно-правовых форм аграрного предпринимательства. В Республике Беларусь создана достаточная нормативная правовая база и есть экономические предпосылки для организации и их развития. Вместе с тем для эффективного функционирования К(Ф)Х необходимо усовершенствовать механизм их финансовой поддержки со стороны государства, выбор специализации производства, повышение уровня квалификации кадрового состава, улучшения условий хозяйствования и производства, а также оптимизировать размеры и упорядочить территориальное размещение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 07.12.1998 г. № 218-З: в ред. Закона Республики Беларусь от 05.01.2016 № 352-З // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
2. Деятельность крестьянских (фермерских) хозяйств в Республике Беларусь. Статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь; И. С. Кангро. – Минск. – 2019. – 25 с.
3. Кодекс Республики Беларусь о земле (23 июля 2008 г. №425-З): принят Палатой представителей 17 июня 2008 г.: одобрен Советом Республики 28 июня 2008 г. – Минск: Амалфея, 2010. – 132 с.
4. О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Закон Республики Беларусь от 18 февраля 1991 г. N 611-ХП // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – Дата доступа 27.12.2019.
5. О некоторых вопросах деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20 мая 2011 г., № 645 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
6. О некоторых мерах по совершенствованию регулирования деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств: Указ Президента Республики Беларусь от 01.04.1998 № 193 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2019.
7. Об изъятии и предоставлении земельных участков: Указ Президента Республики Беларусь, 27 дек. 2007, № 667: в ред. Закона Республики Беларусь от 24.09.2015 г., № 400 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
8. Об отнесении ряда крестьянских (фермерских) хозяйств к опытным и их государственной поддержке: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 20 февр. 1998, № 293 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
9. Об утверждении типового договора между крестьянским (фермерским) хозяйством и райисполкомом о развитии сельскохозяйственного производства и порядка заключения соответствующего договора: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.04.1998 № 689 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2019.
10. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2019 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2019. – 57 с.

ОЦЕНКА ИСТОРИЧЕСКОГО ОПЫТА СОВЕТСКОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

В. А. СВИТИН

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

(Поступила в редакцию 17.03.2020)

В статье выявлены, системно обоснованы и определены основные закономерности управления земельными ресурсами, являющиеся сердцевинной постоянно развивающейся системы земельных и имущественных отношений в стране. Обоснование закономерностей предполагает их деление на две основные группы, характеризующие, с одной стороны, социально-экономические особенности управления землепользованием, и с другой – естественные природные и экологические особенности (стороны) управления землепользованием. Эти закономерности в значительной степени отражают основные тенденции социально-экономического развития общества и функционирования природных систем, где земля несомненно, играет важнейшую роль. В конечном итоге эти закономерности характеризуют этапы технического и технологического развития, совершенствования правовых отношений, развития общих и частных отраслей знаний и наук. Проанализирован опыт советского этапа развития земельно-имущественных отношений, связанный с коренным преобразованием собственности, обязательной национализацией земли, ускоренной коллективизацией сельского хозяйства, внедрением безальтернативных способов ведения деятельности в сельской местности. Акцентировано внимание на необходимость и возможность более расширенного толкования выражения «история не терпит сослагательного наклонения», а не только в качестве исключительно абсолютной истины. Именно с этой точки зрения важно выявить проблемы, возможные причины и последствия управления землепользованием и извлечь необходимые уроки для дальнейшего более эффективного использования земельных ресурсов и недвижимого имущества. В развитии земельных и имущественных отношений целесообразно различать эволюционный путь развития от революционного, обязательно насильственного, военного и кровопролитного, изменения общественных отношений и государственного устройства. Необходимо более обстоятельно и глубоко понять суть исторических процессов, знать варианты их развития, осуществлять поиск компромисса между разными сторонами или точками зрения.

Ключевые слова: управление землепользованием, система земельно-имущественных отношений, закономерности развития, исторический опыт, уроки истории.

The article identifies, systematically substantiates and defines the basic laws of land management, which are the core of the constantly evolving system of land and property relations in the country. The justification of regularities implies their division into two main groups, characterizing, on the one hand, the socio-economic characteristics of land use management, and on the other, the natural and environmental features (sides) of land use management. These patterns largely reflect the main trends in the socio-economic development of society and the functioning of natural systems, where land undoubtedly plays a crucial role. Ultimately, these patterns characterize the stages of technical and technological development, improvement of legal relations, development of general and private branches of knowledge and sciences. We have analyzed the experience of the Soviet stage of development of land-property relations related to a radical transformation of property, mandatory nationalization of land, accelerated collectivization of agriculture, the introduction of non-alternative methods of doing business in rural areas. Attention is focused on the necessity and possibility of a more expanded interpretation of the expression "history does not tolerate the subjunctive mood", and not only as an exclusively absolute truth. It is from this point of view that it is important to identify problems, possible causes and consequences of land use management and to draw the necessary lessons for further more efficient use of land resources and real estate. In the development of land and property relations, it is advisable to distinguish the evolutionary path of development from the revolutionary, necessarily violent, military and bloody, changes in social relations and government. It is necessary to more thoroughly and deeply understand the essence of historical processes, to know the options for their development, to search for a compromise between different parties or points of view.

Key words: land use management, system of land-property relations, patterns of development, historical experience, history lessons.

Введение

Становление, функционирование и дальнейшее развитие государственной системы управления земельными ресурсами связано с обеспечением их рационального и эффективного использования, проведением необходимых работ по благоустройству территории, созданию экологически безопасной жизненной среды обитания людей, сбережением и сохранением всех жизненно важных объектов созданных природой и человеком. Одним из важных аспектов рассмотрения и исследования названных проблем является поиск и обоснование основных закономерностей, на основании которых формируется эта, особого вида специфическая деятельность в системе государственного управления. Важно выяснить и всесторонне осмыслить социально-экономическое и экологическое значение деятельности по управлению земельными ресурсами, прежде всего в естественноисторическом плане, поскольку научная аргументация объективно существующих закономерностей связывает процессы прошлого с настоящим, и высвечивает во многом наши будущие намерения, представления и способы разрешения существующих проблем в землепользовании.

Процессы использования и охраны земель, процессы управления земельными ресурсами и недвижимым имуществом на территории государства представляет собой естественноисторический закономерный процесс последовательного и поступательного диалектического развития, учитывая и впитывая факторы и моменты преодоления противоречий, сочетания элементов перехода от простого к сложному, эволюционного развития научных знаний об окружающем мире, опыта и достижений технологического развития, а также представлений о мироустройстве человеческого общества, об отношениях между людьми по поводу экономики, религии, геополитики. Выявленные таким образом законы должны отражать и характеризовать объективно существующие, повторяющиеся, наиболее важные, существенные связи явлений общественной жизни с учетом поступательного развития исторических процессов.

Для исследования закономерных процессов в названной сфере отношений использован научный опыт, отраженный в работах различных авторов, и представленный в публикациях как общенаучного, философского плана [1–5], так и в результатах специалистов и ученых, занимающихся преимущественно изучением экономических проблем [6–7]. Нами обобщен опыт функционирования земельно-имущественных отношений в Республике Беларусь, что позволяет в конечном итоге выявить основные закономерности развития этих отношений, которые объективно отражают и характеризуют целенаправленную государственную деятельность по обеспечению использования и охраны земельных ресурсов. Регулированием этих специфических экономико-правовых отношений занимаются государственные органы, а также специально созданные для этих целей службы, организации и предприятия. А сердцевиной, сутью и главными содержательными моментами всей этой регулятивной деятельности государства являются процессы управления земельными ресурсами, которые включают различные функции (землеустройство, кадастр, территориальное планирование и другие) и осуществляются постоянно, последовательно на основе действующего законодательства и земельной политики. В общем виде управление земельными ресурсами с практической и научной точек зрения означает, что они (ресурсы) способствуют рациональному использованию всех полезных свойств земли и обеспечивают сохранение благоприятной окружающей среды в регионе (зоне, районе) административного (управляющего) воздействия [8–11].

Сделана попытка выразить и отразить эти специфические общественные – земельно-имущественные и экономические отношения посредством их научной систематизации, идентификации, аргументации видового различия, функционального деления и классификации. Это является основной целью выполненных нами исследований и предполагает применение в этих целях комплексного и системного научного подхода, включающих методы исторического анализа, монографический, логико-теоретическое моделирование и прогнозирование.

Основная часть

В общем виде обоснование закономерностей предполагает их деление на две основные группы, характеризующие, с одной стороны, социально-экономические особенности управления землепользованием, и с другой – естественные природные и экологические особенности (стороны) управления землепользованием. Необходимость разделения закономерностей на названные группы происходит из объективного существования и функционирования земельных ресурсов как объекта и предмета окружающего мира – в процессах, связанных с деятельностью человека (антропогенных процессах) и одновременно, – оставаясь в зоне влияния и действия процессов, происходящих в ландшафтных и биологических системах природной среды (естественных процессов). Представленная классификация закономерностей вытекает из известного различия между законами общественного развития и законами природы. Эти различия в современной трактовке сводятся к следующему. Во-первых, если законы природы проявляются в действиях стихийных, бессознательных сил, то закономерности исторического развития общества не могут функционировать без участия людей, без учета способов бытия человека, взаимодействия людей, их сознательной, преследующей свои цели трудовой и иной деятельности. Во-вторых, в их определении учитываются, имеющие место случайные массовые действия или процессы, а сам конечный результат, итог развития, получается от столкновения множества отдельных волеизъявлений людей, которые, в свою очередь, определяются конкретными жизненными обстоятельствами. Закономерность в общественном развитии есть равнодействующая по различным направлениям устремлений людей, объединенных осознанно поставленными целями. В-третьих, общественные законы по характеру своего проявления, выступают не как строго детерминированные закономерности, где можно пренебречь случайными факторами (и учитывать лишь конкретные условия, свойства и внутренние связи объекта), а как в большей степени как статистические закономерности, как законы – тенденции, допускающие отклонения в сторону от магистрального пути всемирной истории. Нельзя не согласиться с известным российским историком А. Л. Монгайтом

[12] о том, что в отличие от естественнонаучных законов, законы истории не очевидны, они выявляются логически на основе изучения значительных отрезков пути, пройденном человечеством. Законы истории нельзя подвергнуть экспериментальной проверке, и хотя закономерность развития общества является как бы равнодействующей миллионов людских поступков, далеко не все события укладываются в казалось бы, уже выведенную закономерность. Множественность путей развития, возможность возникновения хаотических режимов, сложный характер внешнего воздействия на систему – это неотъемлемые черты нелинейных систем, а сам результат эволюции и развития таких систем открытого типа представляется как объединение (синергетическое явление) разнообразных процессов физической, химической, биологической, экологической, социальной природы.

В-четвертых, спецификой социальных законов является то, что их функционирование и эволюция протекает, преимущественно, более быстрыми темпами, чем процессы и явления в природе. Социальные отношения и формы культуры более подвижны, чем, например, геологические периоды, ландшафтообразующие или почвообразовательные процессы. Поскольку социальные законы – это законы не только материальной, но и духовной деятельности человека, и неразрывно связаны с потребностями, интересами, целями, чувствами и настроениями людей, все выявленные закономерные процессы, несомненно должны в полной мере отражать и весь ход развития земельно-имущественных отношений в обществе, построения и функционирования национальных систем управления земельными ресурсами. Эти закономерности в значительной степени отражают основные тенденции социально-экономического развития общества и функционирования природных систем, где земля несомненно, играет важнейшую роль. В конечном итоге эти закономерности характеризуют этапы технического и технологического развития, совершенствования правовых отношений, развития общин и частных отраслей знаний и наук, образовательного и воспитательного процесса, важных для граждан – субъектов земельных и имущественных отношений в любой стране.

Первая группа закономерностей отражает основные положения постоянного развития общества, которые способствует возрастанию необходимых потребностей для удовлетворения жизни людей, при этом учитывается, что те потребности, которые были удовлетворены ранее, порождают новые. Они таким образом отражают, характеризуют и определяют организацию трудовых отношений, необходимость углубления общественного разделения труда, сочетания личного, коллективного и корпоративного труда, возможностей кооперации, совершенствования развития производственных сил и производственных отношений. Эта группа закономерностей рассматривает особенности развития политического строя, государственного устройства, уровень и степень развития гражданского общества. В определенной степени она созвучна теории энергоэволюционизма, согласно которой вся деятельность человека совершенствуется и прогрессивно развивается в направлении усложнения материально-энергетических структур, причем это развитие происходит непрерывно с общим положительным балансом в масштабах всей планеты с учетом состояния живой и неживой материи [13].

Учитывая сказанное, основные социально-экономические закономерности территориальной организации использования и охраны земель можно сформулировать следующим образом.

1. Пространственная организация использования земли осуществляется в соответствии с объективным ходом развития общественного производства и характерными для конкретного исторического этапа земельными отношениями на основе избранной обществом модели развития экономики. Общество по мере своего развития формирует пространственную среду своего существования, причем структура этой среды определяется во многом господствующим земельным строем, видами земельной собственности, системой землевладений и землепользований, формой организации территории. В общем обобщенном виде характерными особенностями регулирования земельных отношений и управления земельными ресурсами являются следующие: последовательность и обязательность разрешения наиболее важных проблем землепользования в интересах всех слоев населения, необходимость учета устойчивого роста земельных потребностей и цикличность в проведении земельных преобразований.

Управляемый процесс регулирования земельно-имущественных отношений начинается с момента возникновения противоречий между экономическими интересами основной массы землевладельцев (землепользователей) и существующими формами реализации земельной политики. Необходимость в проведении земельных преобразований наступает в тот момент, когда земельно-имущественные проблемы в обществе накапливаются до определенного приемлемого, неконфликтного состояния, соответствующего уровню социального и научно-технического развития конкретной исторической эпохи. В период проведения реформы осуществляются все системные мероприятия по совершенствованию законодательства, формированию эффективных органов управления, происходят структурные земельные и территориальные преобразования, что и представляет собой предмет реформирования.

Деятельность органов государственного управления этого периода направлена на реализацию земельной политики, становление нового земельного строя посредством перераспределения земель, учета и регистрации прав на имущество, разрешения земельных споров и осуществления других разнообразных функций.

Эффективность земельной реформы в общем виде можно измерять временными отрезками, на протяжении которых имеет место соответствие экономико-правовых запросов всех субъектов земельных и имущественных отношений (включая государство) возможностям использовать и накапливать ресурсный потенциал земель в своих интересах, и которыми они вправе эффективно распоряжаться сами. Чем больше этот отрезок, тем стабильнее и устойчивее развивается общество, интересы которого полностью удовлетворяются за счет земельных ресурсов. В противном случае речь может идти либо о нереальности заявленных целей и задач реформы, либо о незавершенности ее проведения в силу разных причин и обстоятельств. Государственная система управления земельными ресурсами, таким образом, обеспечивает в ходе реформирования земельных отношений протекание бесконфликтного процесса смены прав собственности, владения и пользования землей, удовлетворяя при этом экономические интересы различных слоев землепользователей.

2. Управление земельными ресурсами осуществляется на основе государственного регулирования экономики и земельных отношений. Государственный характер всех управленческих функций определяется необходимостью защиты действующего земельного строя и проведением социально оправданной и эффективной земельной политики в интересах всего общества. Вмешательство государства в этой области общественных отношений оправдано и не вызывает сомнений. Государство с использованием представительных ветвей власти создает правовое пространство для цивилизованного поведения всех субъектов земельных отношений, социальную ориентацию наиболее важных преобразований в экономике и экологии.

Распорядительные и исполнительные органы государственной власти реализуют конкретные управленческие решения. Более того, государство стремится сохранить и укрепить свою специальную земельную службу, поскольку от эффективной ее работы во многом зависят результаты хозяйственной деятельности в ряде отраслей экономики и в целом благосостояние значительной части общества. В любой стране существует проблема поиска и обоснования степени вмешательства государства в социально-экономическую деятельность. По разному происходит «оптимизация» такого взаимодействия, совершенно различные внутренние и внешние факторы влияют на роль и присутствие государства, его объема и величины в процессах развития экономики и бизнеса, однако, несомненно важным остается положение о том, что общее управление главным народным достоянием – земельными ресурсами должно обязательно оставаться в обозримом будущем в руках государства.

3. Организация использования земли и устройство территории в различных целях осуществляются на основе непрерывного процесса рациональности и достижения индивидуальной и общественной выгоды. Необходимость поиска новых путей и способов использования земли диктуется экономическими интересами землевладельцев и землепользователей.

Экономическая сторона управленческой деятельности предопределяет постоянное совершенствование организационных форм использования земли, динамичное варьирование и комбинирование различных управленческих функций в целях достижения максимального эффекта для всех участников земельных отношений. Экономика диктует выбор наиболее рациональной структуры земельного фонда, определяет соответствие пространственных форм земли целевому и хозяйственному ее использованию, оптимальные размеры участков и удобное взаимное их размещение на территории.

4. Система мероприятий по осуществлению основных функций управления земельными ресурсами реализуется и совершенствуется по мере развития научно-технического прогресса с использованием его необходимых достижений и результатов. Техника и практика проведения землеустроительных, кадастровых, мониторинговых и других работ в системе управления земельного фонда широко использует достижения экономических, естественных, юридических, технических и других наук. И чем полнее при этом учитываются особенности развития природы и общества, потребности производства и социальные условия, тем эффективнее использование и охрана земель в правовых и организационно-территориальных формах, создаваемых на основе достижений науки и техники. Эта закономерность проявляется также на уровне обоснованности принимаемых управленческих решений: для достижения более надежных, убедительных и достоверных результатов приходится использовать более совершенные достижения не только в традиционных, но и в разных пограничных областях знаний, круг которых постоянно расширяется.

В последние годы практические результаты деятельности в системе управления земельными ресурсами базируются на широком использовании цифровых, компьютерных, геоинформационных и

иных самых современных технологий, передовых подходах комплексного, системного экономико-правового и экологического обоснования научно-исследовательских, проектных и управленческих решений.

Вторая группа закономерностей раскрывает сущность понимания естественных процессов и их эволюции на нашей планете, выражает качественную устойчивость имеющихся в природе, прежде всего в биосфере и географической, ландшафтной среде выявленных связей, позволяя, таким образом оценить их с точки зрения объективной необходимости и качественной регулярности. Основные, выявленные нами эколого-ландшафтные закономерности в управлении земельными ресурсами, организации использования и охраны земель можно сформулировать следующим образом.

1. Целенаправленные организационно-территориальные мероприятия по формированию пространственной среды обитания человека одновременно создают территориальные условия для существования всех жизненных форм в ландшафтной сфере. Все усилия по рациональному, с экономической точки зрения, переустройству земель и ландшафтов влияют на состояние всей окружающей среды, затрагивают территориальные условия функционирования растений, животных, биоценозов в целом. При этом влияние не ограничивается только культурными (культивируемыми в интересах человека) видами, но и распространяется (в силу распашки и освоения новых территорий) на все естественные местообитания. Определяя судьбу и характер использования земельных участков для различных целей (формируя тем самым эколого-экономическую нишу для человека), люди одновременно прямо или косвенно уточняют и территориальные показатели экологических ниш всех других живых существ в ландшафте. Сохранение оптимального или минимально допустимого пространственного порога существования живых форм в биосфере, не допущение снижения его до критических параметров при использовании земель – это, по сути, основополагающий принцип рационального природопользования. Кроме того, важно для управления земле- и природопользованием и обратное последствие этой закономерности – практически любые мероприятия по сбережению и сохранению естественной природной среды требуют обоснования и реализации адекватных организационно-территориальных мер.

2. Организация и внутреннее устройство территории, в пределах которой осуществляется производственная и иная деятельность человека, происходит путем приспособления (адаптации) к природному ландшафту. Эта закономерность не носит абсолютного выражения, однако, как показывает исторический опыт освоения природных ландшафтов, зональность в использовании земли и других природных ресурсов настолько проявляется объективно и повсеместно, что приходится ее учитывать при решении большинства управленческих задач. Здесь экологическое содержание адаптивного землеустройства, например, тесно связано с экономикой землепользования: чаще всего эффективнее приспособляться к почвам, рельефу, гидрографии, геологии, климату и микроклимату местности, чем радикально изменять свойства земли в угоду созданию упрощенных пространственных форм.

3. Принятие и реализация решений по управлению землями осуществляется с учетом постоянно возрастающего антропогенного воздействия на земельные и другие природные ресурсы. «Экологический фон» использования земель всегда постоянно и самым неотъемлемым образом сопровождает любые организационно-территориальные мероприятия. При рассмотрении этой закономерности следует иметь в виду двоякую роль функций управления. С одной стороны, в отдельных случаях необоснованные управленческие решения могут усугублять экологическую ситуацию и привести, как отмечал Ф. Энгельс, к непредвиденным последствиям [15]. Поэтому взвешенность и продуманность во всех земельных преобразованиях, стремление предвидеть возможные будущие негативные последствия становятся постепенно доминирующим принципом реализации земельной политики. С другой – изменения в организации использовании земли, большинство земельных улучшений направлены на устранение уже возникших и существующих экологических проблем в землепользовании.

Сформулированные закономерности в самом общем виде могут рассматриваться как некий идеальный вариант, «безоблачный» путь формирования и развития человеческой деятельности в становлении цивилизованного порядка на земле. К сожалению, выявленные закономерности происходят с тесным сочетанием такой составляющей цивилизационного подхода в социальном развитии – наличием деструктивных явлений в обществе и природе, военных конфликтов и катастроф, противостояния между людьми, народами и государствами, в результате которых могут гибнуть люди, уничтожаются накопленные богатства и ценности, приходят в запустенье земли и территории. В этой связи представляется возможным определиться с точкой зрения на исторический опыт регулирования деятельности человека, и на то, как людьми извлекаются уроки разнообразного исторического опыта, принимая во внимание, главным образом проблемы регулирования земельно-имущественных отно-

шений.

Как известно, история не терпит сослагательного наклонения – субъективного отношения к возможным, предположительным, желательным действиям, происшедшими ранее во временном измерении историческим событиям. Можно согласиться с тем, что это высказывание (о том, что история не терпит сослагательного наклонения), является важным аргументом, показателем того, что все мы принимаем действительность прошлого таковой, какой она была. Однако рассматривая любой исторический факт с точки зрения сегодняшнего времени, нейтрально, поверхностно, как бы со стороны, можно упустить некоторые важные моменты научного исторического подхода в исследовании отдельных проблем или явлений. В использовании научного исторического подхода важно не просто запоминать и систематизировать все факты, а главным образом нужно извлекать уроки из прошлого, научиться самостоятельно оценивать события, разбираться в причинах и последствиях того, что произошло.

Это в частности касается исследования проблем управления и регулирования конфликтной деятельности, включая и регулирование проблемных земельных отношений. Полагаем, что в основе любого конфликта (межличностного, семейного, коллективного, классового, межэтнического, межгосударственного или даже глобального) лежит, если посмотреть более обстоятельно и глубоко, неспособность понять суть разногласий, отсутствие поиска компромисса между сторонами или точками зрения. Именно с этой точки зрения аксиома или выражение «история не терпит сослагательного наклонения» не кажется исключительно абсолютной истиной. Действительно следует и необходимо принимать действительность прошлого таковой, какой она была, считаться с историческими фактами и достоверно их интерпретировать.

Однако при этом, любой исторический анализ, любой научный поиск, что достаточно часто бывает в исследованиях с использованием исторического подхода, предполагает заглянуть за горизонт уже пройденного исторического этапа, сделать некий прогноз возможного развития события или явления, осуществить мониторинг изучаемого процесса. Можно предположить самые разнообразные варианты и модели хода исторического процесса с учетом выявленных общих закономерностей развития социально-экономических отношений. И это уже не просто гадание «на кофейной гуще», а вполне обоснованное предположение, прогнозирование того, что вероятнее всего могло произойти в определенном месте с человеческими ценностями, накопленном богатстве, в самой жизни людей. Вполне разумно исторический опыт разрешения отдельных проблем рассматривать как некую матрицу, особую сферу применения и взаимодействия между людьми. Более того, если он (этот опыт) изучается и анализируется с использованием данных и информации из разных стран, общностей и народов, осуществляющих те или иные виды деятельности в соответствующих условиях, можно с определенной точностью знать и предвидеть наиболее приемлемые варианты хода изучаемых явлений. Так, например, социалистический путь построения общества и государственного строительства в СССР и БССР, мог в свое время подвергаться более детальному осмыслению и анализу, прежде чем он стал достоянием истории.

Очевидно, этот особый путь общественного и экономического развития мог быть ранее в свое время всесторонне изучен и более чем обстоятельно мог быть представлен современникам для критического анализа и осмысления без революционных и катастрофических последствий. Да, к сожалению, об этом можно говорить лишь в сослагательном наклонении, – только с течением времени общество, ученые, специалисты и подавляющая часть населения стран (речь идет, главным образом о СССР) пришли к выводу о необходимости и возможности поиска иных путей движения к прогрессу, но уже без катастрофических перестроек и кровавых потрясений.

Необходим более подробный исторический анализ «в сослагательном наклонении» исторического этапа и процесса с многотысячными жертвами массовой коллективизации и индустриализации, репрессированными в советское время специалистами и учеными, которые предлагали иные пути развития экономических, в том числе и земельно-имущественных отношений, другие способы проведения землеустройства и кадастра. Полагаем, что проблему детального беспристрастного извлечения уроков из развития земельно-имущественных отношений после 1917 года еще предстоит разрешить в дальнейшем, поскольку это всесторонне до сих пор не было сделано как в Республике Беларусь, так и в России, и на всем постсоветском пространстве.

Вот почему нужен исторический анализ событий и явлений – главным образом для того, чтобы не повторять в своем перспективном развитии тех ошибок, прежде всего, связанных с войнами, уничтожением людей, геноцидом. А в тех случаях, когда возможно исправление отношений и видов деятельности в тех или иных условиях общего цивилизованного исторического направления – смело приступать к усовершенствованию сложившихся процессов, опираясь на мировой опыт и тенденции

научно-технических достижений.

Целесообразно также обратить внимание на еще один важный момент использования исторического подхода в научных исследованиях закономерностей естественного и социально-экономического развития земельно-имущественных отношений. Речь идет о защите экономической науки, основных базовых положений марксистского мировоззрения и философского подхода на развитие социально-экономических отношений, которые якобы породили в ряде стран и во всем мире революционные события, и способствовали кровопролитным войнам в XX веке. Следует признать, что выражение К. Маркса и Ф. Энгельса в «Манифесте Коммунистической партии» о том, что пролетариат использует свое политическое господство для «деспотического вмешательства в право собственности» и поэтому обязан «вырвать у буржуазии шаг за шагом весь капитал» [14] вовсе не означал революционное, обязательно насильственное, военное, кровопролитное, изменение общественных отношений и государственного устройства.

Общепризнанная заслуга К. Маркса состоит в том, что выясняя особенности трудовой стоимости и природы самого труда в капиталистической системе отношений, он раскрыл всеобщий закон капиталистического накопления и сформулировал принципиально важное положение о том, что материальной основой периодичности экономических кризисов при капитализме является массовое обновление основного капитала. К. Маркс проанализировал превращение прибавочной стоимости в прибыль и нормы прибавочной стоимости в норму прибыли, охарактеризовал прибыль как превращенную форму прибавочной стоимости, доказав при этом, что такое превращение является следствием межотраслевой и внутриотраслевой конкуренции.

Опираясь на результаты своих исследований, он вполне резонно в конце своей жизни ставил перед собой, (равно как и перед всеми здравомыслящими людьми) вопрос о дальнейшем развитии складывающихся социально-экономических отношений. Естественным образом он не мог обойти также вопрос о поиске научно аргументированных закономерностей при обосновании возможных путей и направлений движения вперед, разрешая возникшие и объективно постоянно накапливающиеся правовые, политические, научно-технические и иные общечеловеческие проблемы, стоящие перед обществом в XIX веке. В качестве одного из наиболее реальных путей преодоления экономических кризисов, порождающих эксплуатацию и неравенство людей, он назвал системное преобразование буржуазного общества и предложил изменить коренным образом отношение к собственности, свергнуть господствующую власть буржуазии и установить новый вариант власти, до сих пор нигде не использовавшейся, – политическое господство или диктатуру пролетариата. Именно эта часть общества – городской или промышленный пролетариат, а также беднейшие слои крестьянства, которые в наибольшей степени отлучены от средств производства, от управления и распределения прибавочной прибыли и рентного дохода, могут стать «могильщиками буржуазии», «экспроприаторами экспроприаторов» [16 с. 720].

В конечном итоге, как полагал К. Маркс, возможен путь революционного преобразования буржуазного общества в социалистическое. Как ученый, К. Маркс не позволял для себя однозначно и бездоказательно утверждать о каких-либо «кровавых, человеконенавистнических» методах и механизмах перехода, пусть даже в обозримом будущем, к новым, более прогрессивным отношениям, связанным с установлением диктатуры пролетариата. Хорошо зная, например, опыт революций и конфликтов (включая заговоры, террористические акты, вооруженные стычки) во Франции с 1789 по 1875 год, сопутствующих становлению французского государства, он очень сдержанно относился к вооруженным вариантам социальных преобразований и столкновений. Он лишь научно доказал, что превращение основанной на собственном труде раздробленной частной собственности отдельных личностей в капиталистическую, конечно, является процессом гораздо более долгим, трудным и тяжёлым, чем превращение капиталистической частной собственности, фактически уже основывающейся на общественном процессе производства, в общественную собственность. В своих работах он не допускал обязательного кровопролитного свержения старого строя на основе гражданской войны и массовой, безжалостной гибели людей. Это уже затем, как показал дальнейший опыт развития экономических и общественных отношений, ленинская теория и российская модель социальных преобразований существенно начала отходить от идей Маркса. Был выбран и последовательно стал осуществляться тот вариант исторического развития, который в качестве фундамента своей доктрины предусматривал революционный путь к «диктатуре пролетариата», узаконив насилие (как известно, В. И. Ленин определял диктатуру «как власть, не ограниченную никакими законами» [17]).

Возвращаясь к экономическому содержанию «Манифеста Коммунистической партии» основоположников марксистской теории, следует отметить, что в этой работе содержится целый ряд важных положений, которые являются актуальными даже в настоящее время. В частности, в ней достаточно

аргументировано предложен перечень мероприятий для развития прогрессивных и необходимых производственных отношений в будущем обществе. Так, в составе мер, с помощью которых государство может регулировать экономические отношения, включая и земельно-имущественные, обращалось внимание на целесообразность «обращения земельной ренты на покрытие государственных расходов, высокий прогрессивный налог, расчистку под пашню и улучшение земель по общему плану, соединение земледелия с промышленностью, содействие постепенному устранению различия между городом и деревней» [14].

Заключение

Таким образом, исследование основных закономерностей регулирования земельно-имущественных отношений и экономико-правовых основ управления земельными ресурсами свидетельствует о наличии проблемных вопросов, связанных с их содержанием, классификацией и современной интерпретацией.

С одной стороны, в сфере использования и охраны земельных ресурсов имеет место системное единство двух взаимоувязанных групп закономерностей: социально-экономической и естественно-экологической, которые объективно отражают особенности процессов управления землепользованием и характеризуют содержание осуществляемых государством мер, необходимых для этих целей.

С другой стороны, исторический опыт регулирования и управления позволяет выявить существующие здесь проблемы, и в определенной степени предвидеть и оценить последствия проводимых социально-экономических преобразований. Полагаем, что выражение «история не терпит сослагательного наклонения» не может являться исключительно абсолютной истиной. Действительно следует и необходимо принимать действительность прошлого таковой, какой она была, считаться с историческими фактами и достоверно их интерпретировать.

Однако при этом любой научный поиск с использованием исторического анализа позволяет, как бы расширить границы уже пройденного этапа с привлечением механизмов вариативности, сужением степени неопределенности. Одновременно такой подход не исключает возможность выбора и обоснования разных прогнозных вариантов возможного развития события или явления, осуществить мониторинг изучаемого процесса и тем самым предвидеть и исключить при необходимости нежелательные для людей и общества ошибки в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глезерман, Г. В., Законы общественного развития: их характер и использование / Г. В. Глезерман, – М.: Политиздат, 1979. – 303 с.
2. Ивин, А. А. Философия: Энциклопедический словарь / А. А. Ивина. – М.: Гардарики, 2004. – 1072 с.
3. Кедров, Б. М. О повторяемости в процессе развития. Изд. 2-е, стереотипное. М.: КомКнига, 2006. – 152 с.
4. Философский энциклопедический словарь / [Подготовили А. Л. Грекулова и др.]; Редкол.: С. С. Аверинцев и др. – 2-е изд. – М.: Сов. энцикл., 1989. – 814 с.
5. Канке, В. А. Философия экономической науки: учебное пособие / В. А. Канке. – Москва: ИНФРА-М 2009 – 384 с.
6. Любошиц, А. И. Объективный характер экономических законов и целеполагающая деятельность людей / А. И. Любошиц. – Вестник Моск. ун-та, сер. 6, Экономика, 1977, – с. 18–27.
7. Сорокин, В. В. О закономерностях развития общества / В. В. Сорокин // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа : http://samlib.ru/s/sorokin_weniamin_weniaminowich/o_zakonomernostyah.shtml. – Дата доступа: 02.02.2020.
8. Свитин, В. А. Управление земельными ресурсами: в 5 т. Т. 1 Теоретические и методологические основы / В. А. Свитин. – Минск: «Беларуская навука», 2019. – 325 с.
9. Свитин, В. А. Основы научных исследований в управлении земельными ресурсами: учебное пособие / В. А. Свитин. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 336 с.
10. Свитин, В. А. Управление земельными ресурсами: учеб. пособие / В. А. Свитин. – Горки: РИО БГСХА, 2017. – 427 с.
11. Свитин, В. А. Эколого-экономические закономерности управления земельными ресурсами / В. А. Свитин // Вестник БГСХА. – 2015. – № 3. – С. 138–144.
12. Монгайт, А. О науке истории / А. Монгайт // Наука и жизнь. – 1974. – № 7 – С. 85–93.
13. Веллер, М. Смысл жизни / М. Веллер М.: АСТ, 2008. 384 с. // [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: http://rulibs.com/ru_zar/prose_contemporary/veller/18/j69.html. – Дата доступа: 08.09.2019.
14. Маркс, К., Энгельс, Ф. Манифест Коммунистической партии. // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://esperanto.mv.ru/Marksismo/Manifesto/manifesto.html>. – Дата доступа: 03.01.2020.
15. Энгельс, Ф. Диалектика природы / Ф. Энгельс // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://www.k2x2.info/filosofija/sobranie_sochinenii_tom_20/p5.php. – Дата доступа: 03.01.2020.
16. Маркс, К. Капитал. Т.1 / Глава 24. Так называемое первоначальное накопление // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://vk.com/@marksnsk-konspekt-24-i-25o/Kapital1>. – Дата доступа: 03.01.2020.
17. Ленин, В. И. К истории вопроса о диктатуре. ПСС, т. 41, – С. 382–384. // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://leninvi.com/t41/p383>. – Дата доступа: 03.01.2020.

USE GEOSTATISTICS TOOLS FOR EVALUATION THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ACID-SOLUBLE COPPER IN THE SOIL

T. N. MYSLYVA

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: byrty41@yahoo.com

(Поступила в редакцию 17.03.2020)

This article reflects on the problem of the possibility of using geospatial statistics methods to assess the spatial distribution of acid-soluble copper in soil and applying geostatistical analysis methods to form management zones with different levels of acid-soluble copper in the soil within the land use of an agricultural enterprise. The results of assessing the nature of the spatial distribution of data on the content of acid-soluble copper in the soil by applying the functionality of the tools of the "Analysis of structural patterns" and "Calculation of clustering" modules of ArcGIS 10.5 are given. In particular, the data grouping analysis is performed using the k-means algorithm. The distance from which it is necessary to begin the analysis of spatial autocorrelation was 550 m, while the magnitude of the increment (lag), established empirically, is 250 m. The presence of reliable clustering of acid-soluble copper in the soil was established (the actual value of the global Moran index is 0.21802; p -value > 2.58). Three management zones with different Cu contents were identified, with an area of 2395.13 ha (average acid-soluble copper content 1.75 mg/kg), 3270.97 ha (average acid-soluble copper content 2.1 mg/kg) and 2540.31 ha (average the content of acid-soluble copper 2.52 mg/kg). The obtained information can be used to develop task maps for the differential application of mineral fertilizers during the introduction of precision farming. The presence of a reliable trend in increasing the copper content in the central part of land use for zone 1 was established; in a decrease in the copper content in the north-south direction for zone 2 and an increase in its content in the north-south and west-east for zone 3. The obtained information can be used to develop task maps for the differential application of micro-fertilizers during the introduction of precision farming.

Key words: acid-soluble copper, geospatial statistics, management zones, soil, clustering, Moran index, Getis-OrdGi, trend.

В статье рассматривается проблема возможности использования методов геопространственной статистики для оценки пространственного распределения кислоторастворимой меди в почве и применения методов геостатистического анализа для формирования менеджмент-зон с различным уровнем содержания в почве кислоторастворимой меди в пределах землепользования сельскохозяйственного предприятия. Приведены результаты оценки характера пространственного распределения данных о содержании в почве кислоторастворимой меди посредством применения функциональных возможностей инструментов модулей «Анализ структурных закономерностей» и «Расчет кластеризации» ArcGIS версии 10.5., в частности, выполнен анализ группирования данных с использованием алгоритма k -средних. Величина расстояния, с которого необходимо начать анализ пространственной автокорреляции, составила 550 м, тогда как величина приращения (лага), установленная эмпирическим путем, – 250 м. Величину лага рекомендуется использовать при создании мониторинговой сети наблюдений за содержанием Си. Установлено наличие достоверной кластеризации содержания в почве кислоторастворимой меди (фактическая величина глобального индекса Морана составляет 0,21802; p -значение > 2,58). Идентифицированы три менеджмент-зоны с различным содержанием Си, площадью 2395,13 га (среднее содержание кислоторастворимой меди 1,75 мг/кг), 3270,97 га (среднее содержание кислоторастворимой меди 2,1 мг/кг) и 2540,31 га (среднее содержание кислоторастворимой меди 2,52 мг/кг). Установлено наличие достоверного тренда в увеличении содержания меди в центральной части землепользования для зоны 1; в снижении содержания меди в направлении север-юг для зоны 2 и увеличении его содержания на севере-юге и западе-востоке для зоны 3. Полученная информация может использоваться для разработки карт-заданий по дифференцированному внесению микроудобрений при внедрении элементов точного земледелия.

Ключевые слова: кислоторастворимая медь, геопространственная статистика, менеджмент-зоны, почва, кластеризация, индекс Морана, Getis-OrdGi, тренд.

Introduction

Copper is one of the most important trace elements involved in oxidation processes, it enhances respiration rate, promotes protein synthesis and is a part of 19 enzymes that belong to copper-containing proteins (ascorbin oxidase, urease, diphenyl oxidase, ceruloplasmin) [1]. Its content in the soil primarily depends on the mineralogical and granulometric composition of the parent rocks, the type of soil-formed processes, the chemistry and level of groundwater, the quantity and quality of the organic matter of the soil, as well as the intensity of anthropogenic activity [2]. The main parent rocks of Belarus are traditionally poor in copper, especially fluvioglacial and ancient alluvial sand deposits, as well as weathering products of crystalline rocks. In this regard, soils formed on such rocks have low reserves of gross and mobile copper.

Over the past 15 years, the weighted average content of acid-soluble copper in the soils of Belarus has decreased from 1.89 mg / kg to 1.83 mg / kg, and the proportion of the area of the first and second groups with a Cu content of less than 3.0 mg / kg ranges from 66.5 –97.5 % depending on the region. The soils of improved hayfields and pastures are also poor in mobile copper and they need dressing with copper-containing micronutrient fertilizers in 80.8% of the area. Arable soils in the Mogilev region are characterized by a predominantly low (56.1% of the area) content of mobile forms of copper, and soils highly provided with cop-

per have a small distribution (5.1 %). In the Goretsky district, 58.9 % of arable land has a copper content in the range of 1.51–3.0 mg/kg and only 2.8 % contains more than 5 mg/kg of this element [3].

The application of the capabilities of GIS analysis is the most optimal for the search for spatial patterns in the distribution of certain soil indicators and the relationships between them. However, in modern practice of agrochemical monitoring carried out both in the Republic of Belarus and in neighboring countries, soil surveys are provided without precise positioning, therefore, it is difficult to say with certainty that the samples were taken at the same place during repeated observation. This practice makes it impossible to reflect the real dynamics of soil indicators within land use, which subsequently leads to incorrect results when calculating the doses of fertilizers and chemical reclamants, and directly affects both the economic activity of the agricultural enterprise and the environmental situation within the agricultural landscape [4].

Main part

The purpose of the study is to analyze the possibility of using geospatial statistics methods to assess the spatial distribution of acid-soluble copper in the soil of arable land of the Republican Unitary Enterprise “Educational Experimental Farm of BSAA” for the formation of management zones when introducing elements of the precision farming system.

The objectives of the study include the following:

- 1) to perform data grouping analysis using the k-means algorithm;
- 2) to determine the minimum and maximum distances of the neighborhood of the search for the nearest neighborhood, making it possible to choose the optimal value of the neighborhood of the search when modeling the spatial distribution of acid-soluble copper;
- 3) to calculate the global Moran index, which allows to determine whether there is a clustering phenomenon in relation to attributive data on the content of acid-soluble copper in the soil;
- 4) to determine the overall Getis-OrdG index for assessing the overall structure and trend of geodata, as well as the degree of clustering of high and/or low sample values of acid-soluble copper;
- 5) to calculate the Getis-OrdG * index, which allows to establish the presence of data clustering with high and low values;
- 6) to form management zones for the content of acid-soluble copper in the soil.

The studies were carried out on the territory of Goriky district of Mogilev region within the land use of RUE “Educational Experimental Farm of BSAA” on an area of 8206.41 thousand hectares. The data about the content of acid-soluble copper obtained from the agrochemical survey of the territory of RUE “Educational Experimental Farm of BSAA”, executed in 2018 by the Mogilev Regional Design and Exploration Station of Agrochemicalization, were used for the analysis. The soil cover of the study area is represented by Sod-podzolic, Umbric Retisols (WRB, 2016); Eutric Podzoluvisol (FAO, 1988) [5].

The spatial distribution analysis was performed using the functionality of the Spatial Statistics Tools of ArcGIS version 10.5. Statistical characteristics of a sample of data on the content of acid-soluble copper used to perform geostatistical analysis were as follows: minimum value – 0.76 mg/kg; maximum value – 4.15; mean – 2.14; median value – 2.09; standard deviation – 0.62 mg/kg; coefficient of variation – 28.9%; kurtosis – 3.26; skewness – 0.49.

The global Moran (I) index was calculated by the formula (1) [6]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}] [\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]} \quad (1)$$

where n denotes the number of units in the sample; w_{ij} denotes the weight of the spatial relationship between the i -th and j -th sampling units; y_i denotes the attribute value for the i -th sample unit; \bar{y} denotes the sample mean value of the attribute.

The Getis-OrdG * index value was counted using the formula (2) [6]:

$$\text{Getis-OrdG}^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}} \quad (2)$$

where x_j denotes the attributive value of the object of observation; $w_{i,j}$ denotes spatial weight between objects i and j ; n denotes the total number of objects.

Grouping analysis is an effective tool for studying geospatial data that performs the classification procedure, the purpose of which is to search for natural clusters in the data. With its help, data on soil parameters are distributed on a given number of groups in which all indicators are most similar to each other, while the

groups themselves are as different as possible from each other. Using the analysis of grouping it is possible to establish the presence within the land use of homogeneous zones with a specific set of parameters. In our case, a “set of parameters” means the intervals of the content of copper in the soil according to the gradation given in the guidelines for conducting large-scale agrochemical and radiological surveys of the soils of agricultural lands of the Republic of Belarus [7]. Since the minimum copper content in the soil was 0.76 and the maximum was 4.15 mg/kg, three groups of clusters were identified in the analysis of grouping. The localization of the selected clusters is shown in Figure 1, and their main characteristics are described in Table 1. The maximum area of the selected clusters has group 2 – 3928.25 ha, while group 1 has a cluster area of 2792.79, and group 3 – 1485.37 ha.

Table 1. Statistical characteristics of identified cluster groups according to the content of acid-soluble copper in the soil

Group of clusters	Mean	Sd	Minimum value	Maximum value	R ²
1	1.51	0.26	0.76	1.86	0.32
2	2.22	0.23	1.87	2.67	0.24
3	3.12	0.36	2.68	4.15	0.43

It is necessary to add that the value of R² reflects the extent to which the variation in the source data was saved during the grouping process, respectively, the more R² is for a certain variable, the better this variable distinguishes between values.

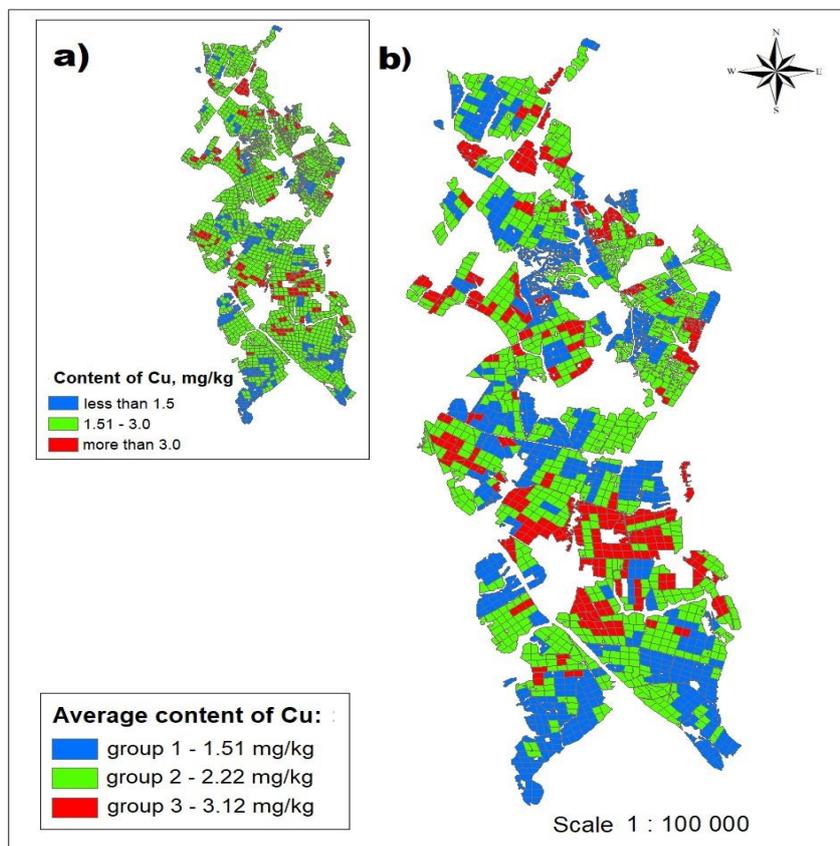


Fig. 1. Spatial localization of identified groups of acid-soluble copper content clusters within the land use of the RUE «Educational Experimental Farm of BSAA»

(a – copper content according to the generally accepted classification; b – identified cluster groups)

In general, we can state the following: 1) the analysis of grouping allows to establish the presence of homogeneous zones with a certain content of acid-soluble copper within the land use; 2) the selected groups of clusters give a certain idea of the nature of the spatial distribution of copper within the study area, but are unsuitable for establishing the boundaries of management zones.

Performing cluster analysis, in contrast to grouping analysis, allows not only to establish the presence of clusters and to assess the reliability of clustering, but also to analyze clusters, identify outliers of high and low values and establish the boundaries of management zones with different content of copper in soil. To

determine the value of a fixed distance or the minimum distance of a neighborhood searching for a neighborhood between the values of the content of acid-soluble copper in the soil, the tool “Incremental Spatial Autocorrelation” was used. The value of the initial (distance at which it is necessary to start the analysis of spatial autocorrelation) and incremental (distance by which it is necessary to increase the initial distance at each subsequent iteration) distances were set in the dialog box of this tool. As a result of the calculations, the distance at which it is necessary to begin the analysis of spatial autocorrelation was 550 m, while the magnitude of the increment (lag) established empirically is 250 m. Ten distance intervals evenly distributed throughout the extent were highlighted by performing incremental spatial autocorrelation. The global Moran index was calculated for each interval and the interval for which this index would be the largest was recommended as the optimal distance for the search neighborhood. As a result, we got a graph on which the minimum and maximum distances of the neighborhood of the search for the nearest neighborhood are marked (Figure 2).

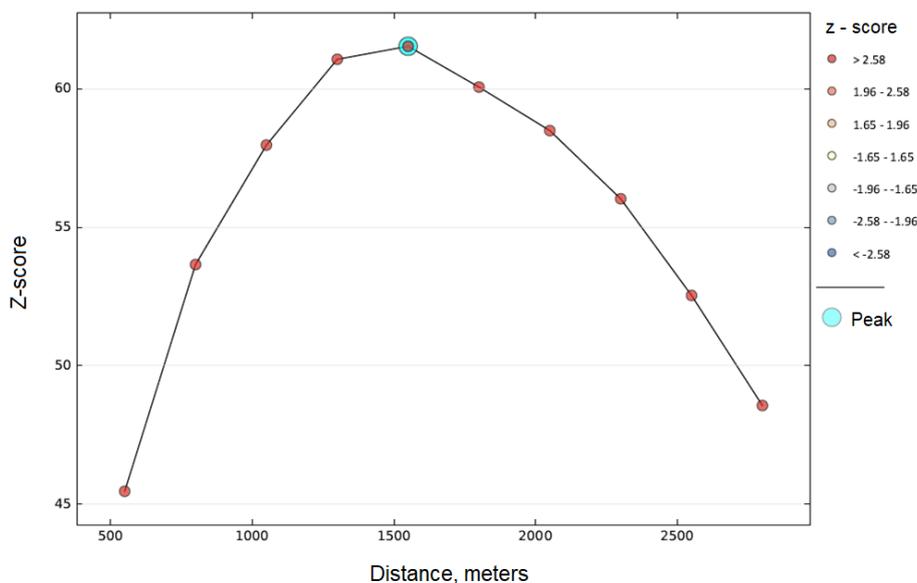


Fig. 2. Graphical interpretation of the minimum distance of the neighborhood search neighborhood between the values of the content of acid-soluble copper in the soil

The value of the global Moran index was calculated in order to determine whether there is a clustering phenomenon in relation to attribute data. This index is a measure of spatial autocorrelation and characterizes the presence or absence of spatial autocorrelation of geodata. The results of determining the magnitude of the global Moran index, calculated for the sample by the attribute values, as well as the z-score value, which allow judging the nature of the data distribution, are presented in the Table 2.

Table 2. The results of determining the magnitude of the global Moran index and the general Getis-OrdG index

Indicator name and sample size	Actual value	Expected value	p-value	z-score
Global Moran index				
Cu, mg/kg, n=1611	0.218027	-0.000621	0.000013	59.681461
General Getis-OrdGi index				
Cu, mg/kg, n=1611	0.054925	0.053854	0.000001	4.855469

The actual value of the global Moran index is 0.218027; therefore, data on the content of acid-soluble copper in the soil within the study area are not randomly distributed and clustered. Since the value of the z-score exceeds 2.58, it can be argued with a probability of 99 % that the clustered type of data distribution is not random.

The degree of clustering of values (searching for unexpected bursts of high or low values in space) was determined by calculating the overall Getis-OrdG index, which was used to evaluate the overall structure and trend of geodata. Since the actual value of the overall Getis-OrdG index is larger than expected, there is a clustering of data with high attribute values (see Table 2).

As a result of the analysis of hot spots, the purpose of which is to determine the presence of statistically significant differences in the studied attribute from the entire range of values in the vicinity of the object, statistically significant spatial clusters of high values (hot spots) and low values (cold spots) for the content of acid-soluble copper in the soil were determined as well as visualization of the obtained data is performed. The analysis of clusters and outliers allows to identify the concentrations of high and low values and helps to

establish where the clearest boundaries between the contours with high and low copper content in the soil are located (Figure 3).

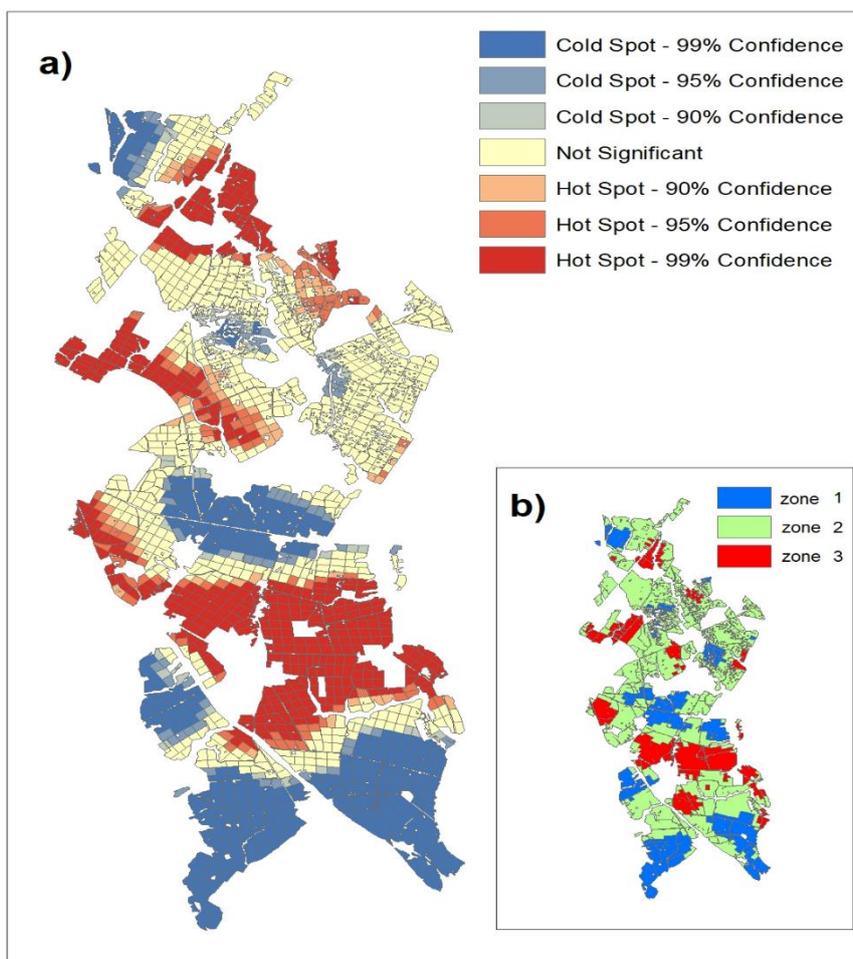


Fig. 3. «Hot Spot Analysis» results within the land use of the RUE «Educational Experimental Farm of BSAA» (a – identified reliable localization of high and low values; b) dedicated management zones)

Based on the results of the analysis of the hot spots, three management zones with different contents of acid-soluble copper were identified: zone 1 – average content of acid-soluble copper 1.75 mg/kg, area - 2395.13 hectares; zone 2 – the average content of acid-soluble copper is 2.14 mg/kg, the area is 3270.97 hectares; zone 3 – the average content of acid-soluble copper is 2.52 mg/kg, the area is 2540.31 hectares. The statistical characteristics of the content of acid-soluble copper within the identified zones are shown in Table 3.

Table 3. Statistical characteristics of a sample of data on the content of acid-soluble copper (mg/kg) within the limits of identified zones

Identified zones and sample size	Indicator value			Sd	Cv, %	Med	Kurtosis	Skewness
	min	max	mid					
Zone 1, n=471	0.76	3.22	1.75	0.48	27.4	1.73	2.81	0.24
Zone 2, n=641	0.82	3.72	2.14	0.49	22.8	2.11	3.18	0.44
Zone 3, n=499	0.82	4.15	2.52	0.64	25.4	2.45	2.78	0.30

Note: Sd is the standard deviation; Cv is the coefficient of variation; Med is the median.

It was also found that there is a steady trend in increasing the copper content in the central part of land use for zone 1; in reducing the copper content in the north-south direction for zone 2 and increasing its content in the north-south and west-east for zone 3.

It should also be noted that the selected management zones through the use of GIS functionality can be divided into work parcels formed according to the working width of the used high-precision agricultural

equipment used for the differential application of mineral fertilizers when introducing precision farming system, and the resulting cartographic images can be used as task maps to ensure the effective operation of the equipment.

Conclusion

Using a geostatistical analysis of data on the content of acid-soluble copper in the soil allows you to:

- 1) to identify and mathematically evaluate the spatial distribution of this trace element;
- 2) to study spatial autocorrelation of data and determine the lag value that should be taken into account when selecting a step in the process of creating a monitoring network for monitoring the copper content in soil for precision farming;
- 3) to evaluate the clustering of data on the copper content in the soil and determine the location of clusters in space;
- 4) to visualize clusters by constructing cartographic images;
- 5) to determine the boundaries and areas of management zones for precision farming, within which it is possible to apply the differential application of micronutrient fertilizers.

Further research should be concentrated in the direction of studying the mutual influence of the spatial distribution of humus and the pH of the soil solution on the spatial differentiation of acid-soluble copper in the soil.

REFERENCES:

1. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – М.: Наука, 1978. – 250 с.
2. Мислива, Т. М. Мідь у ґрунтах Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 2(27). – С. 30–45.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богdevич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богdevича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.
4. Якушев, В. В. Точное земледелие: теория и практика / В. В. Якушев. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – 364 с.
5. Мысльва, Т. Н. Геостатистический анализ пространственного распределения агрохимических свойств почв земель сельскохозяйственного назначения / Т. Н. Мысльва, Ю. А. Белявский / Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых: А. И. Горбылевой, Ю. П. Сиротина и В. И. Тюльпанова. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 101–103.
6. Mitchell, A. The ESRI Guide to GIS Analysis / A. Mitchell. – Esri Press, 2005. – Volume 2. – 252 p.
7. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / И. М. Богdevич [и др.]. – Минск, 2006. – 63 с.

СОЗДАНИЕ МЕНЕДЖМЕНТ-ЗОН ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОСТАТИСТИКИ**О. А. КУЦАЕВА**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: alexa-1982@bk.ru

(Поступила в редакцию 26.03.2020)

Совершенствование методологии внутрихозяйственного землеустройства в направлении перехода от формирования рабочих участков к формированию менеджмент-зон, установленных под конкретные требования сельхозпроизводителя при внедрении точного земледелия крайне важно для аграрного сектора белорусской экономики. Действенным инструментом при идентификации и делинеации таких менеджмент-зон является использование функциональных возможностей геоинформационного анализа. В статье представлены результаты применения методов геостатистического и многофакторного геоинформационного анализа для формирования менеджмент-зон в пределах землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» (Республика Беларусь, Могилевская область, Горецкий район). Общая площадь обследуемой территории составила 83420,1 га. Характер пространственного распределения данных о содержании гумуса, подвижного фосфора и калия в почве, а также об уровне pH был оценен с помощью инструментов модуля Spatial Statistics ArcGIS 10.3. Было установлено наличие надежной кластеризации данных об изучаемых параметрах почвы, поскольку значение глобального индекса Морана (I) варьировало от 0,197827 до 0,360388, а z-показатель во всех случаях превышал 2,58. Метод универсального кригинга оказался наиболее пригодным для моделирования пространственного распределения данных о pH почвы, в то время как эмпирический байесовский кригинг является наиболее приемлемым при моделировании пространственного распределения содержания гумуса, фосфора и калия в почве. Как метод основных компонент, так и простое суммирование растров с использованием функциональных возможностей калькулятора растров в процессе выполнения многофакторного геопропространственного анализа оказались пригодными для определения менеджмент-зон по набору параметров почвы (расхождение с фактической площадью составило 16,56 и 16,24 га соответственно). Полученные результаты целесообразно использовать для разработки карт-заданий по дифференцированному внесению минеральных удобрений при внедрении элементов точного земледелия.

Ключевые слова: геопропространственный анализ, почва, менеджмент-зоны, кластеризация, точное земледелие.

Improving the methodology of on-farm land management in the direction of transition from the formation of work sites to the formation of management zones established for the specific requirements of the agricultural producer when introducing precision farming is extremely important for the agricultural sector of the Belarusian economy. An effective tool for the identification and delineation of such management zones is the use of the functionality of geographic information analysis. The article presents the results of applying the methods of geostatistical and multifactor geoinformation analysis for the formation of management zones within the land use of the Republican Unitary Enterprise «Educational Experimental Farm of BSAA» (Republic of Belarus, Mogilev region, Gorki district). The total area of the surveyed area was 83,420.1 ha. The spatial distribution of data on the content of humus, mobile phosphorus and potassium in the soil, as well as on the pH level, was estimated using the tools of the Spatial Statistics ArcGIS 10.3 module. A reliable clustering of data on the studied soil parameters was established, since the value of the global Moran (I) index varied from 0.197827 to 0.360388, and the z-score in all cases exceeded 2.58. The universal kriging method turned out to be the most suitable for modeling the spatial distribution of soil pH data, while empirical Bayesian kriging is the most suitable for modeling the spatial distribution of the content of humus, phosphorus, and potassium in the soil. Both the method of the main components and the simple summation of rasters using the functionality of the raster calculator in the process of performing multivariate geospatial analysis turned out to be suitable for determining management zones according to a set of soil parameters (the discrepancy with the actual area was 16.56 and 16.24 ha, respectively). It is advisable to use the results obtained for the development of task maps for the differential application of mineral fertilizers when introducing precision farming elements.

Key words: geospatial analysis, soil, management zones, clustering, precision farming.

Введение

Вследствие глобализации мировой экономики сельское хозяйство всех стран сталкивается с рядом серьезных проблем, в частности, с изменением климата, растущим спросом на энергоресурсы и их дефицитом, ускоренной урбанизацией, старением населения в сельских регионах, увеличением конкуренции на мировых рынках. В отношении земельных ресурсов первоочередной проблемой, актуальной как для стран ЕС, так и для Беларуси и других сопредельных государств, является сокращение площади сельскохозяйственных угодий, которое в странах Европы в последние десять лет составляет в среднем 0,7 % в год [1], а в Беларуси достигает 0,1–0,4 % [2]. В условиях постоянного удорожания энергоресурсов, сырья для производства минеральных удобрений и наличия дефицита органических удобрений актуальной становится проблема поиска путей увеличения экономической эффективности использования земельных ресурсов. Одним из способов ее успешного решения является внедрение точного (координатного) земледелия – современной концепции управления сельским хозяйством, использующей цифровые методы для мониторинга и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства [3, 4]. Его главная цель – увеличить количество и качество получаемой сельскохозяйственной

ственной продукции при меньшем потреблении энергетических и материальных ресурсов и обеспечении снижения негативного воздействия на окружающую среду. Мировой рынок технологий точного земледелия в среднем составляет 2,3 миллиарда евро и, как ожидается, с каждым годом будет увеличиваться в среднем на 12 % [5].

Беларусь имеет высокий потенциал для внедрения систем точного земледелия либо их отдельных элементов в аграрное производство. Среди основных ее преимуществ – наличие свыше 1380 сельскохозяйственных предприятий со средним размером землепользований свыше 5,3 тыс. га по площади сельскохозяйственных угодий и свыше 3,5 тыс. га – по площади пахотных земель [2]. Также положительным фактором следует считать сосредоточение сельскохозяйственных земель преимущественно в руках государства (87,6 % от общей площади), что открывает возможности для сельхозпроизводителей получить государственную финансовую поддержку при внедрении систем точного земледелия, в частности на модернизацию производства и покупку высокоточной техники.

Однако, наряду с преимуществами существуют и проблемы, препятствующие широкому внедрению системы точного земледелия в практику сельскохозяйственных предприятий. Важнейшей из них является существующая система внутрихозяйственного землеустройства, ориентированная на традиционное энерго- и ресурсозатратное земледелие и не учитывающая существующих неоднородностей в пределах отдельного поля либо земельного участка – ключевых факторов для координатного земледелия. В частности, формирование рабочих участков исходя исключительно из геометрических принципов, без учета пространственной неоднородности как почвенного покрова, так и агрохимических и физико-химических свойств почв, не позволяет проводить дифференцированное внесение минеральных удобрений и нивелирует экономическую сущность точного земледелия, заключающуюся в снижении материальных и энергетических затрат сельскохозяйственного производства без уменьшения его объемов.

Точное определение зон неоднородностей в пределах поля является неотъемлемым условием эффективного внедрения координатного земледелия. Его успешное выполнение, в свою очередь, возможно исключительно посредством применения возможностей ГИС-анализа [6, 7, 8], который используют как для поиска пространственных закономерностей в распределении тех или иных почвенных показателей и взаимосвязей между ними, так и для разработки методики создания актуальных карт, пригодных для использования техникой, оснащенной системами глобального позиционирования.

Вопросам реализации возможностей геопро пространственного анализа в различных сферах народного хозяйства посвящен целый ряд исследований. Применению ГИС-анализа в территориальном планировании посвящены работы [9, 10, 11], использованию возможностей геопро пространственного анализа для жилищного строительства и городского развития – исследования [12, 13], в экономике природопользования – работы [14, 15].

Значительное количество исследований посвящено непосредственно проблеме разграничения менеджмент-зон для целей точного земледелия [16, 17, 18, 19 и др.]. Однако, вне внимания ученых-экономистов и землеустроителей оказались вопросы, связанные с методологией и методикой осуществления внутрихозяйственных землеустроительных мероприятий в направлении перехода от формирования рабочих участков к формированию менеджмент-зон под конкретные требования сельхозпроизводителя. Таким образом разработка новых подходов к осуществлению внутрихозяйственного землеустройства при внедрении системы точного земледелия, в частности связанная с созданием менеджмент-зон для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием инструментов геостатистики, является чрезвычайно актуальной для аграрного сектора экономики Беларуси и требует детального всестороннего изучения.

Основная часть

Исследования выполнялись в 2017–2019 гг. на территории Горещкого района Могилевской области в пределах землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» на площади 83420,1 га.

Шейп-файл с размещением земельных участков и атрибутивными значениями содержания в почве гумуса, подвижных фосфора и калия, а также pH почвенного раствора в пределах территории проведения исследования был создан в среде ГИС ArcGIS версии 10.3 по результатам оцифровки планово-картографических материалов, полученных при выполнении агрохимического обследования территории сельскохозяйственного предприятия в 2018 году УКПП «Могилевская областная проектно-исследовательская станция агрохимизации».

Почвенный покров представлен преимущественно дерново-подзолистыми супесчаными на водно-ледниковых супесях и дерново-подзолистыми суглинистыми на лессовидных суглинках почвами [20].

Анализ пространственного распределения данных об агрохимических и физико-химических свойствах почвы выполнялся с помощью функциональных возможностей наборов инструментов «Анализ структурных закономерностей» и «Расчет кластеризации» модуля «Пространственная статистика» ГИС ArcGIS версии 10.3.

Многофакторный геопространственный анализ выполнялся посредством применения инструмента «Калькулятор растра» утилиты «Алгебра карт», инструментов «Метод главных компонент» и «Классификация по методу максимального подобия» утилиты «Многомерность». Глобальный индекс Морана (I) и индекс Getis-OrdGi* рассчитывали по методике, изложенной в работе [7].

В качестве основного инструмента для изучения структуры пространственного распределения почвенных показателей были использованы вариограммы. Точность интерполяции оценивалась посредством выполнения кросс-валидации по величине средней ошибки (ME), среднеквадратичной нормированной ошибки (MSSE) [20].

В технологии точного земледелия под менеджмент-зоной понимается субрегион поля, который определяется относительной однородностью продуктивности выращиваемых в его пределах сельскохозяйственных культур и/или почвенных параметров, требующий применения одинаковой нормы удобрений, дозы пестицидов, химических мелиорантов [3, 17]. На сегодняшний день сложилось преимущественно два подхода к определению менеджмент-зон: 1) поля разделяются на зоны управления в соответствии со значениями одной или нескольких характеристик почвы и/или урожая; 2) менеджмент-зоны определяются по величине окупаемости затрат урожаем [21]. Поскольку элементы технологии точного земледелия только начали внедряться в Беларуси, применение подхода, основанного на экономических характеристиках, не представляется возможным, поскольку отсутствует достоверная информация об экономической эффективности подобного рода мероприятий. Однако и определение менеджмент-зон по значениям почвенных параметров и показателям урожайности также имеет ряд ограничений. В частности, на сегодняшний день в сельскохозяйственных предприятиях страны имеется незначительное количество комбайнов, оснащенных приспособлениями для точного учета урожая. Исходя из этого, при разработке методики определения менеджмент-зон для условий Республики Беларусь в качестве исходных показателей были выбраны почвенные параметры, наиболее часто используемые агрономическими службами сельскохозяйственных предприятий: содержание в почве гумуса, подвижных фосфора и калия, а также pH почвенного раствора.

На первом этапе исследований было выполнено группирование данных с помощью алгоритма k-средних. Целью такого группирования стал поиск естественных кластеров и распределение данных о почвенных параметрах на заданное число групп, в которых все показатели наиболее схожи между собой, в то время как сами группы максимально отличаются друг от друга. Были выделены четыре группы кластеров. Максимальную площадь выделенных кластеров имеет группа 3 – 2703,5 га; группы 1 и 2 имеют относительно близкую величину по площади – 2182,9 и 2059,3 га, а группа 4 имеет минимальную площадь кластеров – 1396,4 га.

После установления факта наличия кластеров была выполнена оценка меры пространственной автокорреляции данных посредством определения индекса Морана. Рассчитанная величина глобального индекса Морана I колебалась в пределах от 0,197827 до 0,360388, что свидетельствует о том, что данные об агрохимических и физико-химических свойствах почвы в пределах исследуемой территории распределены не случайно и кластеризованы с вероятностью 99 %.

Для установления достоверности кластеризации данных с высокими и низкими значениями выполняли «анализ горячих точек» посредством определения величины общего индекса Getis-Ord Gi*, что позволяет визуально идентифицировать где именно в пределах территории исследований будут наблюдаться максимальные и минимальные значения изучаемых свойств почвы и приблизительно идентифицировать возможные локалитеты определяемых менеджмент-зон.

В процессе выполнения анализа кластеров и выбросов по результатам оценки величины локального индекса Морана, z-оценки и r-значения установлено наличие пространственных выбросов высоких и низких значений для всех исследуемых показателей. Наличие максимального количества выбросов с высокими значениями установлено для данных о содержании подвижного фосфора (84 кластера), а наибольшим количеством выбросов с низкими значениями характеризовались данные о содержании в почве гумуса (135 кластеров). Минимумом выбросов с высокими значениями характери-

зовались данные о содержании в почве гумуса, а с низкими значениями – данные о pH почвенного раствора.

Пространственные выбросы в нашем случае обусловлены как несовершенством методики отбора проб почвы при выполнении почвенных обследований, так и несовершенством применяемых методов картографирования результатов агрохимических исследований. С другой стороны, наличие выбросов может быть обусловлено и объективными причинами, например, применением различных доз минеральных удобрений в пределах отдельных рабочих участков. Этим, в частности, может быть объяснена пестрота пространственного распределения подвижных фосфора и калия в почве. При проведении перепроверки с целью уточнения ситуации с наличием выбросов не подтвердилось наличие от 38 до 78 % кластеров с выбросами высоких значений и от 62 до 78 % кластеров с выбросами низких значений. В последующем участки с не подтвержденными пространственными выбросами были исключены из набора данных при последующем выполнении моделирования пространственного распределения показателей качества почвы посредством метода интерполяции.

Для моделирования пространственного распределения данных об агрохимических и физико-химических свойствах почвы применяли интерполяцию по методу кригинга. После выполнения процедуры кросс-валидации наилучшие результаты для моделирования пространственного распределения данных о pH почвы были получены при применении метода универсального кригинга, что хорошо соотносится с результатами, полученными в работе [18]. Метод эмпирического байесовского кригинга оказался наиболее приемлемым при моделировании пространственного распределения содержания в почве гумуса, фосфора и калия, что также соотносится с результатами, представленными в работах [22, 23] (табл. 1).

Таблица 1. Параметры моделей кригинга, используемых для прогноза пространственного распределения агрохимических и физико-химических свойств почвы

Показатель	Модель семивариограммы	Наггет	Уклон	Степень	ME	MSSE
Содержание гумуса, %	Power	$3,92 \cdot 10^{-2}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$	1,61	0,001	0,929
Содержание P ₂ O ₅ , mg/kg	Power	$5,26 \cdot 10^3$	$5,92 \cdot 10^3$	1,54	0,136	0,965
Содержание K ₂ O, mg/kg	Power	$1,71 \cdot 10^2$	$4,35 \cdot 10^3$	1,52	0,166	0,953
pH _{KCl}	Spherical	0,000	0,318*	0,318**	0,002	1,007

* – частичный порог семивариограммы; ** – порог семивариограммы.

Следующим этапом исследований стал поиск наиболее приемлемого метода определения зон с наилучшим и наихудшим комплексом исследуемых показателей качества почвы посредством выполнения многофакторного геопространственного анализа. Полученные в результате растровые изображения переклассифицировались и преобразовывались в векторные слои для последующей оценки площади идентифицированных менеджмент-зон с соответствующим качеством земель (табл. 2).

Таблица 2. Идентифицированные менеджмент-зоны с соответствующим качеством земель

Качество земель	Растр, полученный посредством использования функциональных возможностей калькулятора растров		Растр, полученный с использованием метода главных компонент		Растр, полученный с использованием метода максимального правдоподобия	
	Размер менеджмент-зоны					
	га	% от общей площади	га	% от общей площади	га	% от общей площади
Низкое	1977,83	23,66	1974,35	23,62	2927,95	35,02
Удовлетворительное	2784,07	33,31	2773,92	33,19	2379,04	28,46
Хорошее	2278,11	27,26	2253,48	26,96	1106,81	13,24
Отличное	1318,32	15,77	1356,91	16,23	1946,78	23,29
Общая площадь	8358,34	100,0	8358,66	100,0	8360,58	100,0
Отличие от фактического значения	+16,24	+0,19	+16,56	+0,20	+18,48	+0,22

При сравнении площадей выделенных менеджмент-зон практически идентичными по результатам определения оказались анализ по методу главных компонент и использование функциональных возможностей калькулятора растра, поскольку различия с фактической площадью исследуемой территории составили всего лишь 16,56 и 16,24 га или 0,20 и 0,19 % соответственно. Более того, все идентифицированные зоны имели значительное совпадение между собой как по локализации, так и по площади, следовательно, оба эти метода являются пригодными для установления границ менеджмент-зон в пределах пахотных земель по комплексу агрохимических и физико-химических показателей. Однако, при наличии более широкого перечня показателей, целесообразнее все же использовать метод главных компонент для идентификации зон неоднородностей, поскольку он позволяет более пол-

но оценить имеющиеся данные и определить те из них, которые имеют максимальную изменчивость, а соответственно и пригодность для делинеации менеджмент-зон, на что, в частности, указывается и в работах [16, 18, 19].

На рисунке представлено растровое изображение идентифицированных по набору из четырех почвенных параметров менеджмент-зон. Следует отметить, что выделенные менеджмент-зоны посредством использования функциональных возможностей ГИС могут быть разбиты на рабочие участки, сформированные под ширину захвата используемой высокоточной сельскохозяйственной техники, применяемой для дифференцированного внесения минеральных удобрений, а полученные картографические изображения – использоваться в качестве карт-заданий для ее эффективной работы.

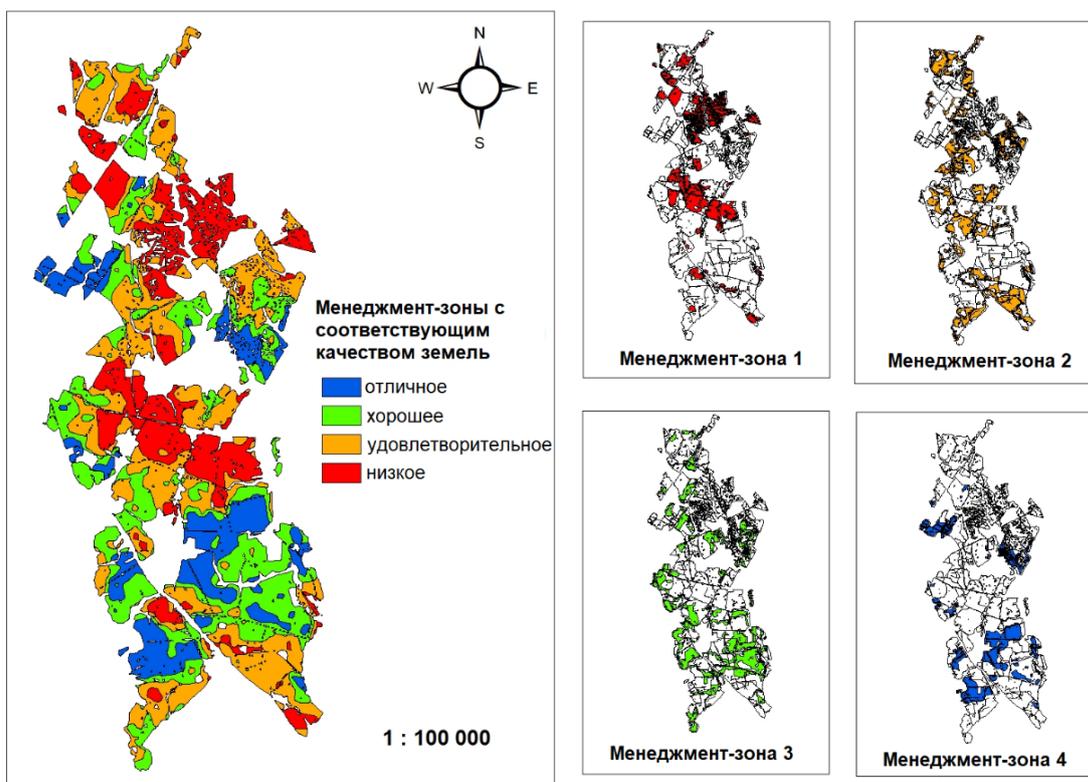


Рис. Менеджмент-зоны с соответствующим качеством земель, идентифицированные в пределах землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА»

В пределах каждой из четырех идентифицированных менеджмент-зон были определены средние значения изучаемых свойств почвы, которые целесообразно использовать в качестве входных данных для расчета норм удобрений и химических мелиорантов и дифференцированного их внесения (табл. 3).

Таблица 3. Средние значения свойств почвы в пределах менеджмент-зон

Менеджмент-зона	Количество рабочих участков, входящих в зону	Содержание гумуса, %	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг	Содержание K ₂ O, мг/кг	pH _{ксл}
1	112	2,00	120	132	5,68
2	164	2,04	183	196	5,74
3	136	2,19	251	252	5,98
4	77	2,46	322	332	6,01

Заключение

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы: 1) для условий Беларуси определение менеджмент зон возможно осуществлять исходя из данных об агрохимических и физико-химических свойствах почвы; 2) интерполяция по методу кригинга (универсального – для показателя pH почвенного раствора и эмпирического байесовского – для содержания в почве гумуса, фосфора и калия) является наиболее приемлемой для моделирования пространственного распределения данных о почвенных параметрах; 3) алгоритм идентификации менеджмент-зон предусматривает: выполнение разведочного геостатистического анализа; построение интерполированных растров для определенного набора почвенных параметров; переклассификацию растров и выполнение многофакторного анализ; конвертирование итогового растра в векторные слои и определение площадей выде-

ленных зон; 4) как метод главных компонент, так и простое суммирование интерполированных растров пригодны для идентификации менеджмент зон, однако при наличии большего числа параметров предпочтение все же следует отдавать методу главных компонент; 5) полученные картографические изображения с разграничением идентифицированных менеджмент-зон целесообразно использовать для планирования дифференцированного внесения минеральных удобрений, что позволит сэкономить ресурсы и улучшить химические, физические и экологические свойства почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Precision agriculture and the future of farming in Europe / Daheim C., Poppe K., Schrijver R. – Directorate-General for Parliamentary Research Services, 2016. – 274 p.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Минск. – 2019. – 212 с.
3. Doerge, T. A. Management zone concepts. The site-specific management guidelines / T. A. Doerge // Potash and Phosphate Institute, South Dakota State University. – 1999. – P. 1–4.
4. GIS for housing and urban development The National Academies Press. – Washington, 2003. – 142 p.
5. Zarco-Tejada, P. J., Hubbard N., Loudjani Ph. Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the cap 2014-2020 / P. J. Zarco-Tejada, N. Hubbard, Ph. Loudjani/ –Joint Research Centre of the European Commission, 2014. –57 p.
6. Bateman, I. Applying geographical information systems (GIS) to environmental and resource economics / I. Bateman, A. Jones, A. Lovett // Environmental and Resource Economics. – 2002. – Vol. 22. – P. 219–269.
7. Mitchell, A. The ESRI Guide to GIS Analysis / A. Mitchell // Esri Press. – 2005. – Vol. 2. – 252 p.
8. Мыслыва, Т. Н. Геостатистический анализ пространственного распределения агрохимических свойств почв земель сельскохозяйственного назначения / Т. Н. Мыслыва, Ю. А. Белявский // Материалы Международной научно-практической конференции «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения». – Горки, 2019. – С. 101–103.
9. Барлиани, И. Я. Возможности использования ГИС-технологий в системе планирования и управления территорией / И. Я. Барлиани // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Вып. 6, №1. – С. 247–250.
10. Каганович, А. А. (2017) Планирование территориальной устойчивости с использованием геоинформационных систем / Е. П. Богодяж // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – №1 (46). – С. 203–207.
11. Чымыров, А. У. Использование ГИС в территориальном планировании / А. У. Чымыров, А. К. Бектуров // Вестник КГУСТА. – 2013. – №2. – С. 124–129.
12. Kurowska, K. Possibilities use to selected methods of spatial data mining in demographic data analytics / K. Kurowska, E. Kietlinska, H. Kryszk // Baltic surveying. – 2018. – Vol. 9. – P. 45–55.
13. Perkins, D. D. Mapping urban revitalization: using GIS spatial analysis to evaluate a new housing policy / D. D. Perkins, C. Larsen, B. V. Brown // J. Prev. Interv. Community. – 2009. – Vol. 37(1). – P. 48–65.
14. Бакланов, П. Я. Региональные геоинформационные системы в природопользовании на Дальнем Востоке / П. Я. Бакланов, В. В. Ермошин, С. М. Краснопеев // Открытое образование. – 2010. – №5. – С. 12–23.
15. Богодяж, Е. П. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2018 год / Е. П. Богодяж. – Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, Минск. – 2019. – 476 с.
16. Spatial variability of soil properties and delineation of soil management zones of oil palm plantations grown in a hot and humid tropical region of southern India / S.K. Behera [et al.] // Catena / – 2018. – Vol. 165 – P. 251–259.
17. Edge, B. An economic-theory-based approach to management zone delineation / B. Edge // In: Poster Proceedings of the 12th European Conference on Precision Agriculture, July 8–11, 2019. – Montpellier, France. – 2019. – P. 56–57.
18. Soil properties spatial variability and delineation of site-specific management zones based on soil fertility using fuzzy clustering in a hilly field in Jianyang, Sichuan, China / Mohamed S. Metwally [et al.] // Sustainability. – 2019. – Vol. 11, issue 24. – P. 1–19.
19. Delineation of soil management zones for variable-rate fertilization: A review / S. Nawar [et al.] // In Advances in Agronomy. – 2017. – Vol. 143. – P. 175–245.
20. Use of geospatial analysis methods in land management and cadaster / T. Myslyva [et al.] // Baltic Surveying. –2018.– Vol. 9. – P. 56–62.
21. Management zone delineation using a modified watershed algorithm / P. Roudier [et al.] // Precision Agriculture. – 2008. – Vol. 9(5). – P. 233–250.
22. Durdević, B. Spatial variability of soil organic matter content in Eastern Croatia assessed using different interpolation methods / B. Durdević [et al.] // Int. Agrophys. – 2019. – Vol. 33(1). – P. 31–39.
23. Samsonova, V. P. Use of empirical Bayesian kriging for revealing heterogeneities in the distribution of organic carbon on agricultural lands / V. P. Samsonova, Y. N. Blagoveshchenskii, Y. L. Meshalkina // Eurasian Soil Science. – 2017. –Vol. 50. – P. 305–311.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ВЕДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А. В. КОЛМЫКОВ, А. Н. АВДЕЕВ

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

(Поступила в редакцию 14.04.2020)

Интенсивное сельскохозяйственное производство в современных условиях связано с широким использованием синтетических удобрений, пестицидов и гербицидов, и это обеспечивает получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. При этом не уделяется достаточно внимания на повышенное содержание остаточных количеств ядохимикатов и нитратов. В тоже время из-за внесения большого количества синтетических минеральных удобрений в почве накапливаются тяжелые и токсичные металлы, происходит загрязнение водных ресурсов и в целом окружающей среды, что является одной из основных причин деградации плодородных земель. Накопленное на сегодняшний день в почве количество пестицидов, гербицидов и синтетических удобрений представляет определенную опасность для жизни человека.

Для решения данных проблем необходимо обратить внимание на ведение сельскохозяйственного производства с соблюдением принципов органического земледелия, что предусматривает исключение из технологии производства продукции растениеводства применения синтетических удобрений, ядохимикатов, регуляторов роста, кормовых добавок и т.д. При отказе от традиционных приемов земледелия неизбежно падение урожайности сельскохозяйственных культур. Вместе с тем это можно уменьшить путем применения разрешенных удобрений, биологических препаратов для борьбы с болезнями и вредителями, введения системы севооборотов с промежуточными культурами и сидератами, применения энергосберегающих приемов обработки почвы.

На основе проведенных исследований авторами статьи даны предложения, направленные на повышение экономической эффективности производства продукции в крупных сельскохозяйственных организациях, а также на снижение негативного воздействия на окружающую среду, что обеспечивает улучшение экологической обстановки на их территориях.

Ключевые слова: экологическая стабильность, землеустройство, органическое сельское хозяйство, биологический метод защиты, система севооборотов, сидераты.

Intensive agricultural production in modern conditions is associated with the widespread use of synthetic fertilizers, pesticides and herbicides, and this ensures high crop yields. At the same time, insufficient attention is paid to the increased content of residual amounts of pesticides and nitrates. At the same time, due to the introduction of a large amount of synthetic mineral fertilizers, heavy and toxic metals accumulate in the soil, water resources and the environment as a whole are polluted, which is one of the main causes of degradation of fertile lands. The amount of pesticides, herbicides and synthetic fertilizers accumulated in the soil today poses a certain danger to human life.

To solve these problems, it is necessary to pay attention to keeping agricultural production in compliance with the principles of organic farming, which provides for the exclusion from the technology of crop production of the use of synthetic fertilizers, pesticides, growth regulators, feed additives, etc. If traditional methods of farming are abandoned, a drop in crop yields is inevitable. At the same time, this can be reduced through the use of permitted fertilizers, biological preparations for the control of diseases and pests, the introduction of a crop rotation system with intermediate crops and green manure, and the use of energy-saving methods of cultivating the soil.

Based on the studies, the authors of the article made proposals aimed at improving the economic efficiency of production in large agricultural organizations, as well as at reducing the negative impact on the environment, which ensures an improvement in the ecological situation in their territories.

Key words: environmental stability, land management, organic agriculture, biological protection method, crop rotation system, green manure.

Введение

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь и в большинстве других стран связано с внесением в почву больших доз синтетических удобрений и обработкой посевов пестицидами для защиты от вредителей, болезней и борьбы с сорняками. Такие приемы характерны для интенсивного (техногенного) аграрного производства. Конечно, это способ производства сельскохозяйственной продукции весьма привлекателен, он дает большой валовый выход продукции, растения здоровые и выглядят презентабельно, посадки чистые от сорняков. Вместе с тем стоит обратить внимание и на негативные аспекты этого способа производства, а их, оказывается, не так мало: загрязнение земель и водных ресурсов, деградация почвы в результате антропогенных процессов, негативное влияние на здоровье человека.

Одним из направлений решения этих проблем является ведение органического сельского хозяйства. Органическое сельское хозяйство – целостная система управления производством, содействующая укреплению здоровья агроэкосистемы, включая биоразнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы. Оно предполагает сознательную минимизацию использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок и других искусственно созданных препаратов. Методом ведения органического сельского хозяйства является органическое земледелие [1].

Внедрение органического сельского хозяйства для производства продуктов питания и кормов является глобальным мировым трендом, по прогнозам оборот таких продуктов к 2021 году достигнет

200 миллиардов долларов [2]. Над внедрением и совершенствованием такого формата сельского хозяйства ведут работы отечественные и зарубежные ученые.

В 2005 году были опубликованы результаты многолетних опытов ученых из Корнуэльского университета, в которых указано, что урожайность при органическом возделывании зерновых и сои не отличается от урожайности этих культур в традиционном земледелии, однако органическое земледелие значительно сокращает затраты на удобрения и средства защиты растений [3].

Европейские ученые П. Мэдер, А. Флибах, Д. Дюбуа, Л. Ганст, П. Фрид, У. Ниггли, проводившие исследования в Швейцарии, отмечают снижение урожайности на 20 % в органических системах по сравнению с традиционными методами земледелия, при этом затраты на пестициды сократились на 97, а на удобрения на 50 % [4].

В Республике Беларусь интенсивная деятельность по развитию органического сельского хозяйства началась после принятия Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 1061 от 21 декабря 2016 года «Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года» [5]. Несколько позже, 9 ноября 2018 года, был подписан Закон № 144-З «О производстве и обращении органической продукции», в котором были отражены требования к процессам производства органической продукции, а также к ее обращению [6].

19 апреля 2019 года Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко в послании белорусскому народу и Национальному собранию отметил, что в Республике Беларусь производится хорошая сельскохозяйственная продукция, но вместе с тем необходимо создать чистейшую в экологическом отношении продукцию, условия для этого имеются. Задача Правительства состоит в разработке действенного механизма ее реализации. Оборот таких продуктов в мире уже превысил 100 миллиардов долларов США, их рентабельность выше 15 %, и данный рынок будет расти. Республика Беларусь не должна упустить эти возможности [7].

Вопросы возделывания основных сельскохозяйственных культур, а также производство продукции растениеводства в органическом сельском хозяйстве отражены в коллективной научной работе А. В. Кильчевским и М. М. Добродькиным, а технология производства органического винограда описана В. В. Французенком и Е. Н. Олешуком [8].

Проанализировав научные исследования в области ведения органического сельского хозяйства, выполненные учеными, можно отметить важность развития органического сельскохозяйственного производства в сельскохозяйственных организациях республики.

Цель научного исследования заключается в анализе существующих научных разработок и разработке предложений по ведению органического сельского хозяйства в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь.

Основная часть

Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года установлено, что минимальный процент земель, занятых в органическом сельскохозяйственном производстве, должен составлять 3 % от общей площади сельскохозяйственных земель [9]. На сегодняшний день доля этих земель в Республике Беларусь составляет 0,05 %. Для сравнения, в Австрии земли для органического производства занимают 21 % от общей площади сельскохозяйственных земель, в Швейцарии – 17, в США, Швеции и Эстонии – 17, в Бельгии – 12 %.

Согласно реестру земельных ресурсов на 1 января 2019 года в республике насчитывалось 8460,1 тыс. га сельскохозяйственных земель, следовательно, к 2030 году минимальная площадь земель под производством органической продукции должна составлять 253,8 тыс. га [10].

Увеличение земель под органическое сельское хозяйство планируется обеспечивать за счет крестьянских (фермерских) хозяйств, так как в 2019 году они занимали 194,1 тыс. га сельскохозяйственных земель, и если сохранится заданная тенденция их ежегодного прироста, то к 2030 году площадь вырастет до 294,3 тыс. га. Следовательно, для достижения минимальных показателей, определенных в Национальной стратегии развития, необходимо, чтобы 86 % крестьянских (фермерских) хозяйств перешли к ведению органического хозяйства. Если учесть, что сейчас только 2 % фермеров производят органическую продукцию, то достичь заданных минимальных показателей роста будет весьма проблематично.

Для решения этой задачи авторы данной работы считают целесообразным использование части сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций республики для производства органической продукции. Кроме выполнения заданных правительством показателей, ввод органического сельского хозяйства окажет благоприятное влияние на окружающую среду, состояние здоровья населения, снизит содержание нитратов в воде, восстановит и повысит уровень плодородия почв, повысит социальные и экономические условия развития сельскохозяйственных территорий.

Использование методов, применяемых при производстве продукции в органическом сельском хозяйстве, способствует накоплению гумуса в пахотном горизонте. На сегодняшний день в Республике Беларусь в 68 административных районах из 118 баланс гумуса сельскохозяйственных земель отрицательный и с каждым годом происходит снижение его содержания [11].

Анализ рынков органической продукции в Российской Федерации и странах Европейского союза показывает дефицит данной продукции, так как производство не успевает обеспечивать нужные объемы для удовлетворения растущего спроса населения. Нарращивание производства органической продукции в Республике Беларусь позволит закрыть не только внутренние потребности, но и увеличить экспортный потенциал сельскохозяйственной продукции не только в Россию, но и в страны Европы и Китай.

При всех положительных аспектах ведения органического земледелия имеется и ряд недостатков. Наиболее значительный из них – это снижение урожайности сельскохозяйственных культур при полном отказе от синтетических минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов, что приводит к повышенному воздействию вредоносных насекомых и грибковых заболеваний на сельскохозяйственные культуры. Неиспользование гербицидов для защиты полей от сорняков влечет за собой увеличение затрат энергии на механизированную обработку почвы.

Для преодоления негативного влияния вышеуказанных факторов предлагается использовать ряд организационно-хозяйственных и агротехнических приемов, биологических препаратов и органических удобрений, разрешенных в органическом сельском хозяйстве.

В частности, затраты на ядохимикаты для получения продукции растениеводства составляют до 30 % от ее себестоимости. Отказ от их применения или замена биологическими препаратами, которые значительно дешевле, положительно скажется на экономической эффективности сельскохозяйственного производства. При организации выращивания экологически чистых сельскохозяйственных культур защитой от вредителей, возбудителей болезней и сорными растениями в органическом сельском хозяйстве является биологический метод [12].

Биологические методы защиты растений состоят в использовании установившихся в биоценозах межвидовых трофических взаимоотношений между видами (хищник – жертва) для контроля численности вредителей и возбудителей болезней растений. Для достижения оптимальных результатов этот метод защиты должен комбинировать в себе обработку почвы и растений микробиологическими препаратами, использование энтомофагов и хищников, а также применение микрогербицидов [13].

Еще одна составляющая биологического метода – это биологический контроль сорной растительности и создание биогербицидов. Исследованиями в данном направлении занимаются ученые в США, Японии и Корее. В Беларуси данное перспективное направление пока не получило развития.

Сложность применения биологического метода защиты заключается в том, что он должен использоваться превентивно, т.е. он, в отличие от ядохимикатов, не подходит для ликвидации очагов заражения, а применяется для предотвращения их появления.

Согласно имеющимся исследованиям, уровень урожайности, снизившийся при отказе от синтетических удобрений, приходит к нормальному в течение трех–четырёх лет, за это время микробиологические процессы в почве восстанавливаются, начнет увеличиваться содержание гумуса [1].

Для восполнения дефицита основных элементов питания растений, к которым относится азот, фосфор и калий, вызванного отказом от синтетических минеральных удобрений, применяются содержащие их органические вещества.

При органическом экологически чистом земледелии рекомендуется внесение в почву органических удобрений в виде компоста, путем переработки в него навоза и зеленой массы сидератов.

Для минимизации воздействия водной и ветровой эрозий в экологическом земледелии применяется безотвальная обработка почвы многофункциональными агрегатами для минимальной обработки и глубоких рыхлителями вместо традиционного использования отвального плуга. Использование комбинированных агрегатов позволяет уменьшить число проходов тяжелой техники и предотвратить уплотнение почвы.

Центральным звеном в органическом сельском хозяйстве является севооборот. Здесь он способствует получению высоких урожаев, восстановлению плодородия почвы, контролю и подавлению сорной растительности, защите растений от вредителей и организации кормления сельскохозяйственных животных кормами собственного производства. Севооборот должен обеспечивать чередование культур, использующих для питания определенный набор питательных веществ. В состав севооборота рекомендовано максимально возможное включение сидератов и пожнивных культур. Севооборот при экологически чистом земледелии должен состоять минимум из пяти полей, это обусловлено тем, что при длительном отсутствии сельскохозяйственной культуры на поле создается неблагоприятные условия для размножения насекомых-вредителей, так как отсутствует пища для потомства, и возбудителей болезней. Размеры полей в севообороте не должны превышать 50 га, это связано с радиусом полета энтомофагов, использованных при биологическом методе защиты для контроля размножения вредных насекомых [14].

По периметру полей рекомендуется предусмотреть лесополосы для накопления энтомофагов. Для апробации методов ведения органического сельского хозяйства в крупных сельскохозяйственных организациях рекомендуется использовать севооборот, представленный в табл. 1.

Таблица 1. **Примерный севооборот при органическом земледелии**

Номер поля в севообороте	Состав и чередование сельскохозяйственных культур	Площадь поля севооборота, га
1	Озимая пшеница	50
	Редька масличная(сидерат)	
2	Кукуруза на силос (25 га); Корнеплоды (25 га)	50
3	Яровой ячмень	50
	Люпин узколистный(сидерат)	
4	Картофель (25 га); Лен (25 га)	50
5	Однолетние травы	50
	Люпин узколистный (сидерат)	
Всего		250

Предложенный севооборот сбалансирован по соотношению площадей сельскохозяйственных культур (зерновые – 40 %, кукуруза – 10, корнеплоды – 10, картофель – 10, лен – 10 и однолетние травы – 20 %).

На основе предложенного севооборота произвели расчет баланса гумуса при использовании традиционных и органических методов ведения сельского хозяйства (табл. 2).

Таблица 2. **Баланс гумуса за ротацию севооборота при использовании солоमистого навоза**

Номер поля	Культура севооборота	Урожайность, т/га	Отношение массы растительных остатков к массе основной продукции	Масса растительных остатков, т/га	Коэффициент гумификации растительных остатков	Внеслось органических удобрений, т/га	Содержание сухого вещества в органических удобрениях, %	Коэффициент гумификации сухого вещества органических удобрений	Образовалось гумуса, т/га			Минерализовалось гумуса, т/га	Доля в площади поля севооборота	Баланс гумуса, ± т/га	
									из растительных остатков	из органических удобрений	всего				
ТРАДИЦИОННОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ															
1	Озимая пшеница	5,0	0,90	4,50	0,17	30	25	0,2	0,77	1,50	2,27	1,9	1,0	0,37	
2	Кукуруза на силос	27,8	0,07	1,95	0,13	60	25	0,2	0,25	3,00	3,25	2,9	0,5	0,18	
	Корнеплоды	50,0	0,03	1,50	0,085	70	25	0,2	0,13	3,50	3,63	3,8	0,5	-0,09	
3	Яровой ячмень	5,3	0,80	4,20	0,17				0,71		0,71	1,9	1,0	-1,19	
4	Картофель	30,0	0,13	3,90	0,085	50	25	0,2	0,33	2,50	2,83	3,4	0,5	-0,28	
	Лен	1,0	0,30	0,30	0,17				0,05		0,05	1,9	0,5	-0,92	
5	Однолетние травы	19,1	0,16	3,06	0,13	30	25	0,2	0,40	1,50	1,90	1,7	1,0	0,20	
ИТОГО:														-1,74	
ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ															
1	Озимая пшеница	5,0	0,90	4,50	0,17	30	25	0,2	0,77	1,50	2,27	1,9	1,0	0,37	
	Редька масличная (сидерат)	25,0	1,00	25,00	0,13	20	25	0,2	3,25	1,00	4,25	1,5	1,0	2,75	
2	Кукуруза на силос	27,8	0,07	1,95	0,13	60	25	0,2	0,25	3,00	3,25	2,9	0,5	0,18	
	Корнеплоды	50,0	0,03	1,50	0,085	70	25	0,2	0,13	3,50	3,63	3,8	0,5	-0,09	
3	Яровой ячмень	5,3	0,80	4,20	0,17				0,71		0,71	1,9	1,0	-1,19	
	Люпин узколистный (сидерат)	35,0	1,00	35,00	0,13	20	25	0,2	4,55	1,00	5,55	1,5	1,0	4,05	
4	Картофель	30,0	0,13	3,90	0,085	50	25	0,2	0,33	2,50	2,83	3,4	0,5	-0,28	
	Лен	1,0	0,30	0,30	0,17				0,05		0,05	1,9	0,5	-0,92	
5	Однолетние травы	19,1	0,16	3,06	0,13	30	25	0,2	0,40	1,50	1,90	1,7	1,0	0,20	
	Люпин узколистный (сидерат)	35,0	1,00	35,00	0,13	20	25	0,2	4,55	1,00	5,55	1,5	1,0	4,05	
ИТОГО:														9,11	
ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ (неблагоприятные условия, падение урожайности на 20 %)															
1	Озимая пшеница	4,0	0,90	3,60	0,17	30	25	0,2	0,61	1,50	2,11	1,9	1,0	0,21	
	Редька масличная (сидерат)	20,0	1,00	20,00	0,13	20	25	0,2	2,60	1,00	3,60	1,5	1,0	2,10	
2	Кукуруза на силос	22,2	0,07	1,56	0,13	60	25	0,2	0,20	3,00	3,20	2,9	0,5	0,15	
	Корнеплоды	40,0	0,03	1,20	0,085	70	25	0,2	0,10	3,50	3,60	3,8	0,5	-0,10	
3	Яровой ячмень	4,2	0,80	3,36	0,17		25	0,2	0,57	0,00	0,57	1,9	1,0	-1,33	
	Люпин узколистный (сидерат)	28,0	1,00	28,00	0,13	20	25	0,2	3,64	1,00	4,64	1,5	1,0	3,14	
4	Картофель	24,0	0,13	3,12	0,085	50	25	0,2	0,27	2,50	2,77	3,4	0,5	-0,32	
	Лен	0,8	0,30	0,24	0,17		25	0,2	0,04	0,00	0,04	1,9	0,5	-0,93	
5	Однолетние травы	15,3	0,16	2,44	0,13	30	25	0,2	0,32	1,50	1,82	1,7	1,0	0,12	
	Люпин узколистный (сидерат)	28,0	1,00	28,00	0,13	20	25	0,2	3,64	1,00	4,64	1,5	1,0	3,14	
ИТОГО:														6,19	

Для расчетов, приведенных в табл. 2, использовались показатели, соответствующие наиболее распространенным на территории Республики Беларусь дерново-подзолистым супесчаным почвам с содержанием гумуса 2,3 %, а также технические карты возделывания основных сельскохозяйственных культур [15, 16].

На основе анализа данных табл. 2 можно сделать вывод, что при возделывании сельскохозяйственных культур в предложенном севообороте традиционным способом за ротацию севооборота, т.е. за пять лет, наблюдается отрицательный баланс гумуса – 1,74 т/га, что соответствует уменьшению содержания гумуса в почве на 0,05 %. При ведении органического земледелия баланс гумуса положительный и составляет 9,11 т/га, что соответствует повышению содержания гумуса в почве на 0,28 %. Даже если учитывать неблагоприятные прогнозы о падении урожайности при ведении органического хозяйства на 20 %, баланс гумуса также является положительным и составляет 6,19 т/га, что соответствует повышению содержания гумуса в почве на 0,19 %.

Проанализировав полученные нами данные и исследования других ученых, приходим к тому, что при ведении органического сельского хозяйства падение урожайности при неблагоприятных условиях составит 20 %, увеличение полных энергозатрат на 20 %, экономии при отказе от пестицидов и гербицидов достигнет до 30 %, следовательно, себестоимость органической продукции, по сравнению с продукцией интенсивного земледелия, увеличится на 20–25 %.

Разница в цене между органическими и обычными продуктами в США и Германии составляет минимум 30 %, в этих странах наценка на органическую продукцию минимальная, в остальных странах она превышает 50 %, а по некоторым продуктам наценка выше в 2–3 раза [12].

Кроме этого, органическая продукция более конкурентоспособна, что будет способствовать наращиванию экспорта продуктов питания белорусского производства.

Также необходимо отметить, что использование рассматриваемых подходов приведет к увеличению содержания гумуса в почвах до 0,28 %, а следовательно, и к повышению урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Исходя из этого, переход к органическому сельскому хозяйству является целесообразным. Вместе с тем при всех положительных экономических и экологических аспектах органического сельского хозяйства переход и ведение его весьма сложны и требуют наличия квалифицированных специалистов. Руководители сельскохозяйственных организаций при ведении органического сельского хозяйства не смогут полностью опираться на типовые технологии, как это принято в интенсивном земледелии. Здесь в большей степени стоит учитывать природно-климатические и почвенные условия, а также территориальные особенности земельных участков сельскохозяйственной организации.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы и дать предложения:

1. Ведение органического сельского хозяйства в сельскохозяйственных организациях республики обеспечит снижение антропогенного воздействия на почвенный покров и окружающую среду в целом, а также производство экологически чистой продукции востребованной на рынке.

2. В республике необходимо расширить законодательную базу, обеспечивающую ведение органического сельского хозяйства, а также создать национальную систему сертификации органической продукции, ввести государственное стимулирование и финансовую поддержку организаций, производящих экологически чистую продукцию.

3. Переход на органическое сельское хозяйство необходимо осуществлять поэтапно, без резких скачков. На начальном этапе для отработки методов органического производства в условиях конкретной сельскохозяйственной организации рекомендуется введение севооборотов, подобных приведенному в статье, площадью не более 250 га.

4. При ведении органического земледелия наблюдается повышение себестоимости производимой продукции до 25 % относительно произведенной с использованием традиционных методов. Вместе с тем, стоимость органической продукции на потребительском рынке выше на 30 %, чем обычной.

5. Применение технологий органического земледелия обеспечит положительный баланс гумуса и приведет к увеличению его содержания в почве до 0,28 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству [Электронный ресурс] // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций; ред. Н. Сиалабба; сост.: И. Гомес, Л. Тивант; пер. А. Нерсиян. – Электрон. текстовые дан. – Будапешт: [б. и.], 2017. – 116 с.

2. Литвин, С. О развитии в Беларуси органического сельского хозяйства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/v-shveytsarii-20-protseptov-ploshchadey-zanyatykh-pod-organikoy-v-belgii-12-u-nas-0-05>. – Дата доступа: 15.01.2020.

3. Susan S. Lang Organic farming produces same corn and soybean yields as conventional farms, but consumes less energy and no pesticides, study finds. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.news.cornell.edu/stories/2005/07/organic-farms-produce-same-yields-conventional-farms>. – Дата доступа: 15.01.2020.
4. Maeder P. et al Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.web.archive.org/web/20070227170155/http://www.mindfully.org/Farm/Organic-Farming-Fertility-Biodiversity31may02.htm>. – Дата доступа: 15.01.2020.
5. Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 21дек. 2016 г., № 1061. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.by/upload/docs/op/C21601061_1482872400.pdf – Дата доступа: 15.01.2020.
6. О производстве и обращении органической продукции: Закон Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. № 144-З. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11800144&p1=1> – Дата доступа: 15.01.2020.
7. Послание белорусскому народу и Национальному собранию. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.president.gov.by/ru/news_ru/view/poslanie-belorusskomu-narodu-i-natsionalnomu-sobraniju-20903/. – Дата доступа: 17.01.2020.
8. Основы органического производства: пособие / М. М. Добродькин, И. В. Сучкова [и др.] – Минск: ЗАО «Бонем», 2018. – 214 с.
9. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 16.01.2020.
10. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr. – Дата доступа: 17.01.2020.
11. Лиштван, И. И. Органическое сельское хозяйство выгоднее интенсивного. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/akademik-ivan-lishtvan-u-nas-est-isledovaniya-i-perspektivy-biologichskogo-zemledeliya.html> – Дата доступа: 15.01.2020.
12. Болванович, В. Берем потери пестицидов под контроль / В. Болванович, Э. Могилевский // Белорусское сельское хозяйство. – 2013.– №5(133). – С. 92–95.
13. Быков, Б. А. Экологический словарь. [Текст]: словарь / Б. А. Быков; Отв. ред. Л. Я. Курочкина. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 216 с.
14. Черкашин, В. Н. Севооборот как основа органического земледелия при выращивании экологически чистой продукции растениеводства / В. Н. Черкашин // Известия ОГАУ. – 2017.– №4. – С. 28–30.
15. Горбылева, А. И. Почвоведение: учеб. пособие / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский; ред. А. И. Горбылева. – 2-е изд., перераб. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 400 с.
16. Примерные технологические карты возделывания основных сельскохозяйственных культур (для проведения практических занятий и курсового проектирования со студентами очной и заочной форм обучения, слушателями резерва кадров и ВШУ): учеб.-мет. пособие / Г. А. Гесь, И. И. Дегтяревич, ассистенты: О. В. Гришанова, А. В. Сычевник, О. И. Чурейно, В. П. Дыканец, Л. М. Сегодник, О. С. Крецкая, А. М. Ушкевич, Ю. Г. Милоста. – Гродно: ГГАУ, 2008 – 16 с.
17. Колмыков, А. В. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения: монография / А. В. Колмыков. – Горки: БГСХА, 2013. – 337 с.

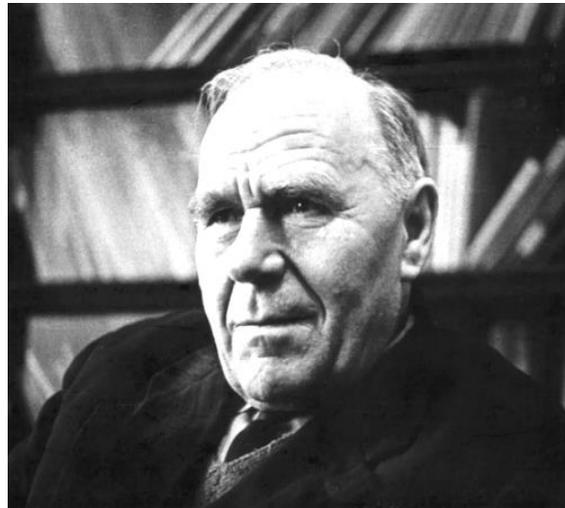
ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ЧАЛАВЕК ШМАТГРАННАГА ТАЛЕНТУ
(да 120-годдзя з дня нараджэння Гаўрылы Іванавіча Гарэцкага)

А. Р. ЦЫГАНАЎ, С. Р. ГРЫНБЕРГ, У. М. ЛУЎШЫЦ

*УА «Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія»,
г. Горкі, Рэспубліка Беларусь, 213407*

(Паступіла ў рэдакцыю 14.04.2020)



Гаўрыла Іванавіч Гарэцкі вядомы як географ-эканаміст, геолог, дэмограф, літаратуразнаўца і мемуарыст, грамадскі дзеяч, акадэмік АН Беларусі, доктар геолога-мінералагічных навук, заслужаны дзеяч навукі Беларусі, малодшы брат класіка беларускай літаратуры Максіма Гарэцкага. Ён быў выхаванцам Горацкага каморніцка-агранамічнага вучылішча (1914–1919), выкладчыкам Беларускай дзяржаўнай акадэміі сельскай і лясной гаспадаркі (1925–1927). (Такою назву ў тая гады мела Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія).

Ён нарадзіўся 19 сакавіка 1900 года ў вёсцы Малая Багацькаўка Мсціслаўскага павета Магілёўскай губерні ў сялянскай малазямельнай сям’і Івана Кузьміча і Ефрасінні Іванаўны Гарэцкіх. Пасля вучобы ў школе, земскім і двухкласным вучылішчах у 1914 годзе ён паступіў у Горацкае каморніцка-агранамічнае вучылішча. Вельмі добра здаў уступныя экзамены і быў другім па выніках іспытаў сярод 140 абітурыентаў, таму і атрымаў дзяржаўную стыпендыю.

З дзяцінства Гаўрыла цікавіўся беларускай мовай, чытаў творы беларускіх пісьменнікаў. У час працы ў Дзяржаўным гістарычным архіве Беларусі адзін з аўтараў гэтага артыкула знайшоў «Асабістую справу вучня Горацкага каморніцка-агранамічнага вучылішча Г. Гарэцкага». У ёй здзівіла тое, што заяву для паступлення ў вучылішча Гаўрыла напісаў на беларускай мове. Калі ў 1974 годзе аб гэтым давялося спытаць у Гаўрылы Іванавіча, то ён сам вельмі здзівіўся гэтай акалічнасці, бо ўжо паспеў на яе забыцца.

Акрамя вучобы, Гаўрыла актыўна займаўся літаратурнай дзейнасцю ў беларускім літаратурным гуртку. Сын Г. І. Гарэцкага – акадэмік НАН Беларусі Радзів Гарэцкі ў кнізе «Браты Гарэцкія» піша, што ў час вучобы бацька «...многа чытаў Талстога, Дастаеўскага, Ганчарова, Гётэ. Як і Максім, пачаў пісаць кароткія нататкі ў «Нашу ніву». У газеце «Горэцкі вестник» ён надрукаваў артыкул,

накіраваны супраць русіфікатарскай пазіцыі рэдактара газеты, лідэра кадэтаў, выкладчыка вучылішча С. Г. Цытовіча, і падкрэслена падпісаў яго «Сын маці Беларусі»».

У Горках Гаўрыла арганізаваў беларускі вучнёўскі гурток, які затым атрымаў назву «Беларуская секцыя вучняў Горацкіх сельскагаспадарчых школ». У секцыі дзейнічалі наступныя аддзелы: гісторыка-эканамічны, літаратурны, тэатральны, музычны, чыстага мастацтва. Гаўрыла асабліва актыўна ўдзельнічаў у працы тэатральнага аддзела, члены якога інсцэніравалі паэму «Тарас на Парнасе», ставілі п'есы Ф. Аляхновіча, У. Галубка, В. Дуніна-Марцінкевіча і інш... У той час Гаўрылу настолькі захапіў тэатр, што ён пачаў нават схіляцца да таго, каб стаць акцёрам» (Гарэцкі, Радзім. Браты Гарэцкія. – Мн.: 2009. С. 24).

Лютаўскую рэвалюцыю 1917 года Гаўрыла сустрэў у Горках і некалькі дзён стаяў на пасту міліцыянерам. Заняткі адмянілі, бо ў Горках панаваў тыфус і студэнтаў да кастрычніка адпусцілі дамоў. Дома ён вывучыў «Курс стэнаграфіі» і некаторы час працаваў стэнаграфістам у Горацкім павятовым выканкаме.

У час яго вучобы ў вучылішчы ўзнікла пытанне пра стварэнне на базе Горацкіх сельскагаспадарчых устаноў Горацкага сельскагаспадарчага інстытута. Г. Гарэцкі падтрымліваў ідэю і напісаў на гэту тэму артыкул у мясцовым друку (Высшее учебное заведение в г. Горках // Известия Горецкого уездного исполнительного комитета; 1918, декабрь).

У 1918 годзе Гаўрыла аказаўся разам з братам Максімам у Смаленску, дзе тады жыў Янка Купала. Г. Гарэцкі ўспамінаў: «Купала досыць часта запрашаў Максіма ў госці, брат і мяне браў з сабою. Хоць і цяжка жылося ў той час, але Уладзіслава Францаўна заўсёды была выключна гасціннай і жыццярэадаснай. ...Янка Купала і брат разглядалі кнігі па гісторыі Смаленска і Мсціслава, па этнаграфіі Беларусі і Смаленшчыны, па нумізматыцы. Купала паказваў сваю досыць багатую нумізматычную калекцыю, частку якой, разам з дзвюма кнігамі па нумізматыцы, ён падараваў нам...». (Гарэцкі, Гаўрыла. Слова пра брата і настаўніка // У кн.: Гарэцкі Максім. Успаміны. Артыкулы. Дакументы. – Мн.:1984. С. 10).

М. Гарэцкі ў Смаленску працаваў над стварэннем «Руска-беларускага слоўніка». Яму дапамагаў Г. Гарэцкі. У канцы года першы «Руска-беларускі слоўнік» братаў Гарэцкіх выйшаў з друку.

У 1919 годзе Гаўрыла скончыў Горацкае каморніцка-агранамічнае вучылішча. Гэта навучальная ўстанова назаўсёды пакінула добрыя ўспаміны ў душы Г. І. Гарэцкага. 8 кастрычніка 1956 года, калі яго сябру і аднакурсніку Дзям'яну Раманавічу Новікаву, дырэктару акадэмічнай бібліятэкі, споўнілася 60 год, Гаўрыла Іванавіч накіраваў яму ліст, дзе віншаваў яго з юбілеем, а пра любімыя Горкі і вучылішча, дзе вучыўся, напісаў: «Ты застаўся ў Горках, як эмблема нашай яркай маладосці, чыстых імкненняў, найпрыгажэйшага кутка на зямлі Горы-Горкі. Само слова Горы-Горкі было для нас як бы прыступкай да руху наперад, на ўзвышэнне, на горы і горкі, да пачатку светлага, лепшага, але разам з тым цяжкага і цяжкістага. Горы-Горкі – гэта вялікі кавалак у гісторыі нашай дзяржавы, нашай сельскагаспадарчай адукацыі, беларускай культуры, барацьбы за ўздым сельскай гаспадаркі Беларусі, Расіі, Украіны, Літвы. Горкі былі калі-то аазісам ў пустыні сельскагаспадарчай адсталасці. І толькі зараз яны ўжо не аазіс, а сапраўдны цэнтр, штаб сельскагаспадарчага развіцця нашай краіны, родны і блізкі навакольнаму насельніцтву».

Пасля заканчэння вучылішча Г. І. Гарэцкі атрымаў накіраванне ва Уфімскі губземадзел, дзе працаваў каморнікам-аграномам, а ў вольны час наведваў заняткі ва Уфімскім інстытуце народнай гаспадаркі. Вырасшыўшы вучыцца далей, ён у 1920 годзе паступіў у Пятроўскую (Ціміразеўскую) сельскагаспадарчую акадэмію (зараз Расійскі дзяржаўны аграрны ўніверсітэт – МСГА імя К. А. Ціміразева). Як і ў Горках, акрамя вучобы, актыўна займаўся грамадскай працай. Па яго ініцыятыве была створана «Беларуская культурна-навуковая асацыяцыя студэнтаў Пятроўскай акадэміі», задачамі якой было вывучэнне народнагаспадарчага, грамадска-палітычнага, культурна-нацыянальнага і прыродна-гістарычнага бакоў жыцця Беларусі. Калі ў Маскву прыезджаў А. Чарвякоў, які быў у 1920–1924 гадах быў старшынёй ЦВК і СНК БССР Гаўрыла сустракаўся з ім. У 1937 годзе, калі А. Чарвякоў стаў «ворагам народа», органы ГПУ ўспомнілі пра гэта і Г. Гарэцкаму.

Некаторыя з сяброў асацыяцыі ў далейшым сталі вядомымі беларускімі вучонымі і дзеячамі аграрнай навукі і працавалі ў Беларускай сельскагаспадарчай акадэміі – Павел Рагавы, Мікіта Лайкоў і інш.

Такая грамадская актыўнасць не вельмі спадабалася органам ГПУ і спачатку дзейнасць асацыяцыі пачалі крытыкаваць у друку, а ў жніўні 1922 года Г. Гарэцкі быў арыштаваны. Яго нават дапытваў начальнік Асобнага аддзела ГПУ СССР В. Р. Мянжынскі і Г. Гарэцкага планавалі высласць за мяжу.

Але яму дазволілі прадоўжыць вучобу. У ліпені 1924 года Гаўрыла Гарэцкі скончыў Ціміразеўскую (Пятроўскую) акадэмію і быў пакінуты для вучобы ў аспірантуры Навукова-доследнага інстытута сельскагаспадарчай эканомікі, які быў пры акадэміі. Выкладаў ён таксама эканамічную геаграфію на беларускім аддзяленні Камуністычнага універсітэта нацыянальных меншасцяў Захаду.

А ў верасні 1925 года яго запрасілі на працу дацэнтам, загадчыкам кафедры эканамічнай геаграфіі Беларускай дзяржаўнай акадэміі лясной і сельскай гаспадаркі імя Кастрычніцкай рэвалюцыі ў Горках.

Як вядома, Горкі і павет з 26 красавіка 1919 года былі ў складзе Гомельскай губерніі, а 27 ліпеня 1922 года большая частка павета была перададзена ў Смаленскую губернію. У сакавіку 1924 года Горацкі павет зноў увайшоў у склад БССР і 17 ліпеня 1924 года быў утвораны Горацкі раён.

У гэты час у Мінску працаваў Беларускі інстытут сельскай і лясной гаспадаркі (заснаваны ў 1922 годзе), і таму ў Беларусі пачаліся спрэчкі аб тым, ці патрэбна мець дзве вышэйшыя сельскагаспадарчыя навучальныя ўстановы і калі пакінуць адну, то дзе яна павінна быць – у Горках ці ў Мінску. Некаторыя работнікі СНК БССР і частка выкладчыкаў Горацкага сельскагаспадарчага інстытута, Беларускага інстытута сельскай і лясной гаспадаркі лічылі, што вышэйшую навучальную ўстанову трэба арганізаваць у Мінску, а ў Горках пакінуць сярэднія сельскагаспадарчыя ўстановы, якія там працавалі з 1863 да 1919 г.

У гэту палеміку ўключыўся і Гаўрыла Гарэцкі. Яго асноўным аргументам на карысць Горак было размяшчэнне навучальнай установы ў цэнтры аграрнай зоны ўсходняй часткі БССР, а таксама тое, што тут мелася дастаткова развітая матэрыяльна-тэхнічная база і 85-гадовы вопыт працы сельскагаспадарчых навучальных устаноў.

Гаўрыла Гарэцкі ў артыкуле «Дзе быць Беларускай сельскагаспадарчай акадэміі?» пісаў: «Беларусі патрэбна свая Беларуская сельскагаспадарчая акадэмія, якая б стаяла па навукова-вучэбнай каштоўнасці разам з заходнееўрапейскімі і расейскімі вышэйшымі сельскагаспадарчымі ўстановамі. Вывад такі: Беларуская сельскагаспадарчая акадэмія – у Горках (інтэгральная), Балотны інстытут – у Менску. А калі падзвіцца з боку нацыянальна-адраджэнцкага, дык трэба прызнаць – безумоўна, толькі гэтак і трэба зрабіць. Усе беларусы ведаюць і вераць, што пройдзе яшчэ няшмат часу, і Беларусь з 6 уездаў разрасцецца да 6 губерняў, інакш ня можа быць. Але ж трэба набліжаць гэты момант, адной веры мала, трэба дзея. І перш-наперш трэба паклапаціцца аб Усходняй Беларусі. Горкі такое месца, дзе Беларуская сельскагаспадарчая акадэмія і магла б найлепш заснавацца». (Гарэцкі, Г. Дзе быць Беларускай сельскагаспадарчай акадэміі? // Выбранае. Мн.: 2002. С. 46–50).

Барацьба скончылася перамогай тых, хто ратаваў за Горкі. 5 жніўня 1925 года Пастановай СНК БССР было вырашана спалучыць Горацкі і Беларускі інстытуты ў адзіную ўстанову – Беларускую дзяржаўную акадэмію сельскай і лясной гаспадаркі імя Кастрычніцкай рэвалюцыі з цэнтрам у Горках.

У акадэміі Г. Гарэцкі, акрамя працы дацэнтам і загадчыкам кафедры эканамічнай геаграфіі, кіраваў выдавецкай справай, абралі яго і сябрам Праўлення акадэміі. Як раз у гэты час у Беларусі разгарнулася барацьба за беларусізацыю і ЦВК БССР стварыў у 1925 годзе спецыяльную камісію па правядзенню нацыянальнай палітыкі. Адпаведныя камісіі па беларусізацыі былі створаны ў навучальных вучэбных установах.

У артыкуле «Аб беларусізацыі вышэйшых навучальных устаноў БССР», надрукаваным у часопісе «Асьвета» (1926, № 6), Г. Гарэцкі на прыкладзе Беларускага універсітэта і Беларускай акадэміі сельскай і лясной гаспадаркі прааналізаваў стан беларусізацыі і яе дынаміку з 1919 да 1926 года. Ён лічыў, што трэба працягваць гэту працу сярод тых, хто тады працаваў у ВНУ, а таксама трэба запрашаць з Расіі вучоных-беларусаў, якія працавалі ў вышэйшых навучальных установах Расіі і Украіны.

У Мінску 14–21 лістапада 1926 года адбылася акадэмічная канферэнцыя па рэформе беларускага правапісу і азбукі і ад імя Праўлення Беларускай дзяржаўнай сельскагаспадарчай акадэміі Гаўрыла Гарэцкі вітаў канферэнцыю і адзначыў поспехі ў беларусізацыі: каля 75 % асістэнцкага складу акадэміі і 50 % навуковых супрацоўнікаў пераходзілі на беларускую мову (Працы акадэмічнае канферэнцыі па рэформе беларускага правапісу і азбукі – Мн.: 1927. С. 32–34).

Акрамя педагагічнай і грамадскай працы Г. І. Гарэцкі актыўна займаўся навуковымі даследаваннямі і апублікаваў некалькі прац, прысвечаных эканоміцы Беларусі. Гэтыя даследаванні ён пачаў яшчэ ў студэнцкія гады. Працуючы ў Горках, Г. І. Гарэцкі працягнуў іх і апублікаваў манаграфію «Народны прыбытак Беларусі».

У Горацкі перыяд некалькі прац Г. І. Гарэцкі прысвяціў аналізу эканомікі Гомельскай губерні, якая была ўтворана ў красавіку 1919 года з 9-ці павеатаў ліквідаванай Магілёўскай губерні, аднаго павеата Мінскай губерні і 4-х павеатаў Чарнігаўскай губерні (Гарэцкі, Г. І. Нацыянальны асаблівасці насельніцтва БССР і беларускага насельніцтва СССР паводле перапісу 1926 года.– Мн.:1926; Горецкий Г. Население и сельское хозяйство Гомельской губернии. Вып.1 Гомельская губерния. – Мн.: 1926). Цікавае да Гомельшчыны мела не акадэмічны характар. Справа ў тым, што ва ўрадзе БССР у гэты час актыўна абмяркоўвалася пытанне аб далучэнні Гомельскай губерні да Беларусі. І Гарэцкі Г. І. ў сваіх працах, аналізуючы структуру нацыянальнага даходу і форму сельскай гаспадаркі даказваў сацыяльна-эканамічнае падабенства Гомельшчыны і Беларусі. Яго аргументы былі выкарыстаны кіраўніцтвам БССР і ў снежні 1926 года Гомельская губернія была скасавана: Гомельскі і Рэчыцкі павеаты далучаны да БССР. Яшчэ раней, у сакавіку 1924 года Калінінскі, Магілёўскі і Рагачоўскі павеаты былі перададзены ў склад БССР.

Праца ў акадэміі прадоўжылася б і далей, але ў 1927 годзе ў гэтым ВУ была праведзена аб'яднанне кафедраў эканамічнага профілю і Г. Гарэцкаму прышлося зволіцца з працы ў Горках. Навуковыя даследаванні Г. І. Гарэцкага, апублікаваныя ў перыяд работы ў акадэміі, былі заўважаны ў навуковых колах і кіраўніцтве Беларусі. Яго абралі сапраўдным членам Інстытута беларускай культуры (Інбелкульту) – правобразу Акадэміі навук Беларусі, а з 5 красавіка 1927 г. – сябрам Прэзідыума і вучонага Савета гэтага інстытута. У пачатку 1927 года ўрад БССР прызначыў Г. І. Гарэцкага дырэктарам Беларускага навукова-доследнага інстытута сельскай і лясной гаспадаркі імя У. І. Леніна пры СНК БССР. Гарэцкі распрацаваў статут, структуру новага інстытута, напрамку дзейнасці, праграму даследаванняў і план працы (Гарэцкі Г. Выбранае. – Мн.: 2002. – С. 15).

Пад яго кіраўніцтвам інстытут усталяваў сувязі з вядомымі навукоўцамі СССР, у тым ліку М. І. Вавілавым, і пачаў выдаваць навукова-практычны часопіс «Сельская і лясная гаспадарка Беларусі». У 1927 годзе яго абіраюць кандыдатам у члены (з 1929 г. – членам) Цэнтральнага Выканаўчага камітэта (ЦВК) БССР.

13 кастрычніка 1928 года на базе навукова-доследнай і культурна-грамадскай установы рэспублікі – Інстытута беларускай культуры была створана Акадэмія навук БССР і 26 снежня 1928 г. Г. І. Гарэцкага абралі акадэмікам па спецыяльнасці «эканамічная геаграфія». Адзначым, што ён быў самым маладым сярод акадэмікаў – заснавальнікаў акадэміі і застаецца дагэтуль наймаладзейшым сярод абраных акадэмікаў (П. Г. Никитенко, В. Н. Бусько Они были первыми академиками-экономистами Беларуси. – Мн.: 2001. С. 3–45).

Адміністрацыйная праца ў якасці дырэктара Інстытута не перашкодзіла яго далейшым навуковым даследаванням. Так, у 1927–1928 гадах Г. Гарэцкі выдаў некалькі навуковых прац, у тым ліку «Межы Заходняй Беларусі ў Польшчы: нац. склад насельніцтва Зах. Беларусі» (Мн.: 1928). Праца была апублікаваная на беларускай і англійскай мовах і прыцягнула ўвагу навукоўцаў многіх краін у сувязі з актуальным на той час пытаннем стаўлення Польшчы і СССР і спробамі польскага ўрада даказаць правы Польшчы на гэтыя беларускія тэрыторыі, ператварыўшы іх ў калонію і аграрны прыдатак.

В 1929 годзе Гарэцкі Г. І. надрукаваў працу «Даследчая справа па сельскай і лясной гаспадарцы БССР: /у сувязі з мерапрыемствамі па ўздыму вытворчых сіл сельскай гаспадаркі» (Мн.:1929). У ёй выхаванец Горацкага каморніцка-агранамічнага вучылішча даказвае, што Палтаўскае доследнае поле, якое лічылі доўгі час першым доследным полем Расіі, узнікла толькі ў 1885 годзе, тады як доследнае поле ў Горках было заснавана ў 1840 годзе. Ён таксама піша аб тым, што ў Горках на ферме ў 1836 годзе ўпершыню ў Расіі было заведзена рацыянальнае рахункаводства, у 1854 годзе была адкрыта першая доследная заатэхнічная станцыя, а ў 1856 годзе на вялікай плошчы ў 103 гектары пад кіраўніцтвам прафесара Казлоўскага быў закладзены дрэнаж.

У гэтыя гады пачала распрацоўвацца тэорыя і практыка калектывізацыі сельскай гаспадаркі. Г. І. Гарэцкі на гэты працэс меў свой, асаблівы погляд. У 1974 годзе адзін з аўтараў гэтага артыкула сустракаўся ў Мінску з Г. І. Гарэцкім і ён успамінаў, што ў той перыяд ён і яго аднадумцы разумелі, што кіраўніцтва УВП(б) вырашыла адыйсці ад ідэй НЭПа і правесці суцэльную калектывізацыю сельскай гаспадаркі, ліквідаваўшы прыватныя сялянскія сельскагаспадарчыя гаспадаркі. І яны спрабавалі абараніць правы, хоць бы адносна моцных гаспадарак на сваё існаванне, а акрамя таго, ён і яго калегі лічылі, што пры правядзенні калектывізацыі неабходна ў Беларусі ствараць і аграіндустрыяльныя камбінаты.

Як вядома, ідэі аб злучэнні сельскагаспадарчага і прамысловага вытворчасцей былі падтрыманы

рашэннем Саветаў Народных Камісараў БССР ад 12 снежня 1929 года, а затым Бюро ЦК КП(б)Б пастановай ад 15 снежня 1929 года вырашыла стварыць у першую чаргу два аграіндустрыяльных камбінаты ў Аршанскай і Бабруйскай акругах і ў другую чаргу яшчэ трох – у Віцебскай, Мінскай і Магілёўскай акругах (Гістарычны архіў Беларусі. Ф. 4, оп.3, сп. 34.ч. 1. л. 160). Аднак гэтыя планы не былі рэалізаваны.

У канцы 1929 года адбылася першая Усесаюзная канферэнцыя аграрнікаў-марксістаў, працай якой кіраваў І. Сталін. На гэтай канферэнцыі Г. Гарэцкага абвінавачалі ў тым, што ў працах навукоўцаў узначаленага ім інстытута няма даследаванняў, прысвечаных калектыўным гаспадаркам, не вывучаліся праблемы класавай барацьбы ў вёсцы. Яшчэ больш рэзкая крытыка прагучала на XIII з’ездзе КП (б) б, дзе Г. І. Гарэцкага назвалі ўжо ў ліку «нацдэмаў».

24 ліпеня 1930 года АДПУ БССР яго арыштавалі па фіктыўнай справе да прыналежнасці да беларускай філіі «Працоўнай сялянскай партыі» і 6 чэрвеня 1931 года асудзілі як «кіраўніка контррэвалюцыйнай арганізацыі» да вышэйшай меры пакарання. Расстрэл быў заменены на 10 гадоў зняволення ў лагерах. Ёсць версія, што перад І. Сталіным пра гэта хадайнічалі М. Галадзед і А. Чарвякоў – тагачасныя кіраўнікі БССР. Быццам бы І. Сталін спытаў у іх, колькі год Г. Гарэцкаму і яны адказалі, што трыццаць і тады ён скажаў – «Ещё молодой, пусть немного поживёт» (Гарэцкі, Радзім. Браты Гарэцкія.– Мн.: 2009. С.136).

Г. Гарэцкі быў этапаваны ў Беламорска-Балтыйскі камбінат НКУС. Спачатку працаваў рабочым у картанажным цэху, потым – памочнікам малодшага тэхніка «Геалагічнай базы». Хутка стаў старшым інжынерам-геолагам геалагічнага аддзела. Ужо ў 1933 годзе Г. Гарэцкі напісаў і надрукаваў свае першыя навуковыя працы па геалогіі. У гэтыя гады ён змяніў сваю навуковую спецыялізацыю і замест эканамічнай навукі стаў займацца геалогіяй. Гаўрыла Іванавіч успамінаў, што ён хутка перакваліфікаваўся, таму што атрымаў добрую адукацыю ў Горацкім каморніцка-агранамічным вучылішчы і Ціміразеўскай сельскагаспадарчай акадэміі.

У кастрычніку 1934 года яго вызвалілі за добрую працу і дазволілі забраць сям’ю. На пачатку 1937 года Гарэцкага прызначылі старшым геолагам аддзела даследаванняў Волгабуда, і ён з сям’ёй пераехаў пад Рыбінск. Але хутка з Масквы паступіў загад, каб усіх, хто некалі быў асуджаны па артыкуле 58-6 (шпіянаж) былі безадкладна зволены і яму «параілі» вярнуцца і працаваць на Беламорска-Балтыйскім камбінаце НКУС.

Зноў арыштаваны ў кастрычніку 1937 года, праз тры месяцы вызвалены. У 1938 годзе зноў арыштавалі. Гэты арышт быў самым жаклівым, бо Г. І. Гарэцкага пастаянна змяшчалі ў «лазню» – метад катавання, калі арыштанта садзяць у вузкае ізаляванае памяшканне, куды не трапляе свежае паветра. Турмы былі перапоўненыя, ежы не хапала, многія канчалі жыццё самагубствам. Адночы і Гаўрыла напісаў жонцы Ларысе запіску, у якой прасіў перадаць лязо. Але ім не скарыстаўся. 8 мая 1938 года Гаўрыла Іванавіч у чарговы раз быў асуджаны да расстрэлу. Больш за год прабыў у турме, але цудам застаўся жывым. Пашанцавала, што адбылася змена ў кіраўніцтве НКУС і расстрэл адмянілі (Гарэцкі, Радзім. Браты Гарэцкія.– Мн.: 2009. С. 24).

У часы Вялікай Айчыннай вайны працаваў на ўзвядзенні абарончых збудаванняў. Потым быў галоўным геолагам у сістэме Галоўпрамбуда і Наркамата НКУС, у арганізацыях Гідрапраекта, Удзельнічаў у геолага-інжынерных пошуках і будоўлях амаль усіх найбуйнейшых ГЭС у еўрапейскай частцы Расіі і Украіны (Горкаўская, Куйбышаўская, Саратаўская, Канеўская, Кахоўская, Цымлянская і інш.), каналаў (Волга-Данскі, Сальскі, Азоўскі і інш.), водасховішч, арашальных і шлюзавых сістэм.

За час працы ў Гідрапраекце Г. Гарэцкі стаў вядомым інжынерам-геолагам. Ім закладзены асновы новай у СССР галіны ведаў – палеапатамалогіі, вучэння аб старажытных рэках, адклады якіх ён вывучаў пры будаўніцтве гідратэхнічных аб’ектаў і апісаў у грунтоўных манаграфіях аб алювіі вялікіх антрапагенавых прарэк Рускай раўніны.

Сбраўшы багаты матэрыял, у 1945 годзе у Інстытуце геалагічных навук АН СССР ён абараніў кандыдацкую дысертацыю па тэме «О роли местных географических условий в четвертичной истории (на примере изучения Кольской и Туломской долин на Кольском полуострове)». А праз год, у 1946 годзе абараніў доктарскую дысертацыю па тэме «Неогеновые и четвертичные отложения района Средней Камы между устьем Вишегоры и городом Боровском».

22 красавіка 1958 года быў рэабілітаваны ваенным трыбуналам Беларускай ваеннай акругі і яго справа за адсутнасцю складу злачынства спынена. У званні акадэміка АН БССР быў адноўлены 28 верасня 1965 года. У 1966–1969 гадах працаваў па сумяшчальніцтву старшым навуковым супрацоўнікам лабараторыі геахімічных праблем АН БССР.

На сталае пражыванне і пастаянную працу ў Беларусь здолеў вярнуцца з сям’ёй у 1969 годзе. Працаваў загадчыкам сектара палеагеаграфіі і антрапагенавага перыяду лабараторыі геахімічных праблем АН БССР (з 1970 года Інстытута геахіміі і геафізікі АН БССР). У 1971–1985 г. – загадчык аддзела палеагеаграфіі антрапагену гэтага інстытута (з 1978 – лабараторыі геалогіі і палеапатамалогіі антрапагену), у 1985–1988 гадах – кансультант Інстытута геахіміі і геафізікі АН БССР.

У 1972 годзе яму было прысвоена званне заслужанага дзеяча навукі БССР.

Ён аўтар больш за 160 навуковых прац па геалогіі, а таксама па дэмаграфіі, эканоміцы сельскай і лясной гаспадаркі, археалогіі. І яшчэ Г. І. Гарэцкі шмат чаго зрабіў для вяртання імя і творчасці брата: выданне збору твораў пісьменніка, прызнанне Максіма Гарэцкага класікам беларускай літаратуры. Ён пакінуў цікавыя ўспаміны пра народных пісьменнікаў Беларусі Якуба Коласа, Янку Купалу, Уладзіміра Дубоўку, Кандрата Крапіву, Пятра Глебку і ішых. Шчыры беларус, Г. І. Гарэцкі вельмі цікавіўся праблемамі беларускага мовазнаўства і карыстання мовы ў шырокім народным асяродку.

Памёр Гаўрыіл Іванавіч 1 лістапада 1988 года ў Мінску.

Ён лаўрэат Дзяржаўнай прэміі СССР (1971) і Дзяржаўнай прэміі БССР (1986), узнагароджаны ордэнам Працоўнага Чырвонага Сцяга БССР (1930), двума ордэнамі Працоўнага Чырвонага Сцяга (1952, 1971), ордэнам Кастрычніцкай Рэвалюцыі (1979), трыма Ганаровымі граматамі Вярхоўнага Савета БССР, 14 медалямі.

У гонар яго названы 13 відаў выкапнёвых раслін і жывёл, на будынку былога Інстытута геахіміі і геафізікі НАН Беларусі ў памяць аб Гарэцкім усталявана мемарыяльная дошка.

Як мы бачым, Гаўрыла Іванавіч быў чалавекам шматграннага таленту і калектыў акадэміі павінен ганарыцца тым, што такі славеты вучоны вучыўся і працаваў у нашай навучальнай установе.

Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» публикует результаты научных исследований сотрудников УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», других научных учреждений и организаций в области аграрной экономики, земледелия, селекции, растениеводства, мелиорации и землеустройства, механизации и сельскохозяйственно-го машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде в 2-х экземплярах на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bгаа@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук; **сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации); **контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п. или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзационный отступ – 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц – только книжная использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается; **таблицы (не более трех)** набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %; **формулы** составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом; **рисунки (не более трех)** вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм); **список литературы** должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи: индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК); **инициалы и фамилия автора (авторов); название** должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким; **аннотация** (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи; **ключевые слова** (рекомендуемое количество – 5–7); **введение** должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области); анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; здесь же указывается цель исследования; **основная часть** статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными; **заключение** должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам. Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя. Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора). Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлекцией. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи. Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки. Публикация статей в журнале бесплатная. Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями, – авторы.

Подаявая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается беспроцентное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Есполов Т. И., доктор экономических наук, профессор, академик Казахской ААН, ректор Национального Казахского аграрного университета.

Курдеко А. П., доктор ветеринарных наук, профессор, директор Агротехнологического хаба НАО «Казахский национальный аграрный университет».

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Шандор М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западновенгерского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, лауреат Государственной премии Республики Беларусь.

Демичев Д. М., доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихацевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения.

Петровец В. Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

Тарануха Г. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки БССР, изобретатель СССР.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдин М. З., кандидат экономических наук, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

**Ведущий редактор Савчиц Е. П.
Редактор технической Серякова Т. В.
Английский перевод Щербов А. В.**

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

*213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bгаа@yandex.ru*

© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020

Подписано в печать 22.06.2020 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 22,78 Уч.-изд. л. 19,42 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*