

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2022 № 3

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

С. И. Климин. Информационные технологии в сельском хозяйстве Республики Беларусь	5
А. А. Гайдуков. Отдельные результаты трансформации традиционного сельского уклада жизни в Республике Беларусь	10
А. В. Грибов, А. Н. Гридюшко, Е. В. Василевская. Обеспечение устойчивости продовольственного рынка региона – основа механизма управления продовольственной безопасностью	14
А. И. Подлипский. Рекомендации по созданию эффективных интеграционных структур в агробизнесе Республики Беларусь	21
Н. Н. Минина. Применение инноваций в животноводстве белорусскими аграрными организациями как направление повышения их устойчивости	28
Е. И. Бекиш, Е. Е. Мантур. Использование направлений маркетинга для повышения эффективности деятельности организации	33
Н. П. Панасюга. Меры государственного регулирования на зерновом рынке России	38
С. В. Шутова. Экспресс-оценка инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков Республики Беларусь	41
И. Ю. Черненко, М. А. Овсянникова. Разработка методического инструментария комплексного анализа в антикризисном управлении предприятиями АПК	47

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

П. А. Саскевич, Л. Г. Коготько, В. Р. Кажарский, В. П. Дуктов, А. С. Журавский, Н. В. Устинова. Оценка применения фунгицидов в посевах подсолнечника	54
Ю. С. Малышкина, Д. В. Гатальская, Е. В. Равков. Результаты рекуррентного отбора на образцах жёлтого люпина в условиях северо-востока Беларуси	60
О. В. Мурзова. Качество зерна овса в зависимости от системы применения удобрений	65
Е. В. Иванова, Е. Л. Андроник, Д. А. Батюков. Лен масличный: ведущие производители и рынок производства (обзор)	69
И. Р. Вильдфлуш, А. А. Кулешова. Влияние новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность, содержание и вынос элементов питания яровой пшеницы	76

О. А. Мерзлова. Агропригодность земель отчуждения Могилевской области, имеющих перспективу возврата в сельскохозяйственный оборот.....	81
В. А. Сердюков, В. Л. Маханько, Д. Д. Фицуру. Урожайность семенного картофеля в зависимости от агротехники выращивания и условий хранения.....	86
И. Г. Бруй, Д. Ф. Привалов. Эффективность применения регулятора роста Мессидор, КС на посевах ячменя ярового	92
Ф. Н. Леонов, М. В. Зими́на. Эффективность применения комплексного удобрения Интермаг Титан во некорневую подкормку озимого рапса и кукурузы на зерно	97
Н. А. Сапего. Формирование урожайности семян льна масличного в зависимости от метеорологических условий и приемов внесения минеральных удобрений.....	101
В. В. Онуфриенко, О. Ю. Дроздова. Минеральный состав почв: халькопирит, распределение минорных элементов и катионных вакансий на разных глубинах залегания	105
А. Н. Павловская, Я. Э. Пилюк, А. И. Мыхлык. Влияние строения стебля озимого и ярового рапса (<i>Brassica napus L.</i>) на селекционно-ценные признаки	110
М. М. Добродькин. Хозяйственно ценные признаки и проявление эффекта гетерозиса у томата защищенного грунта.....	115
М. М. Добродькин. Изучение комбинационной способности родительских форм томата в защищенном грунте (2012–2013 гг.).....	122

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

П. Ю. Крупенин, А. В. Китун. Диагностирование доильных аппаратов по расходу воздуха... ..	126
И. И. Бондаренко, В. Г. Костенич, А. Ф. Безручко, Е. А. Цапук, В. А. Белоусов. Влияние системы управления и фрикционных материалов на нагруженность привода ВОМ.....	131
В. В. Азаренко, В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко. Технические средства для уборки льна-долгунца в разрезе перспектив развития льноводческой отрасли.....	136
Г. И. Гедроить, С. В. Занемонский, В. Г. Костенич, В. А. Белоусов. Взаимодействие с почвой пневматических шин ведомых колёс.....	140
В. С. Астахов, В. В. Азаренко, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко, В. И. Коцуба. Анализ рабочих органов для сбора и транспортировки вороха льна-долгунца	144
А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. И. Козлов, К. Л. Пузевич. Разработка гидравлической схемы к опрыскивателю с телескопическими секциями для ленточного или объемного внесения рабочих растворов	150
С. И. Козлов. Использование упрощенного структурного анализа в отражении автоматизированных систем управления современной техникой	156
М. Е. Кипнис, Г. А. Костюкович, А. В. Попрукайло, А. С. Воронцов. Конструкция промежуточной опоры карданной передачи для грузовых автомобилей МАЗ	160
М. В. Цайц, С. В. Курзенков, В. И. Коцуба, В. А. Левчук. Обоснование рациональной схемы расположения элементов и конструктивных параметров роторного устройства для отделения семенной части от стеблей льна.....	166

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Г. А. Губский, А. В. Колмыков. Трансформация земельного администрирования Республики Беларусь с учётом влияния мегатенденций и становления национальной инфраструктуры пространственных данных.....	174
Г. Н. Гусейнова. Изучение гидродинамического и гидрохимического режима грунтовых вод конуса выноса Тергерчая.....	180
Х. А. Гарамамедов, Ш. Г. Мамедова. Изучение растворимых свойств многослойных гранул удобрения, капсулированных различными полимерами	184

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2022 № 3

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

S. I. Klimin. Information technologies in agriculture of the Republic of Belarus.....	5
A. A. Gaidukov. Some results of transformation of the traditional rural way of life in the Republic of Belarus.....	10
A. V. Gribov, A. N. Gridiushko, E. V. Vasilevskaia. Ensuring the stability of the regional food market is the basis of food security management mechanism.....	14
A. I. Podlipskii. Recommendations for the creation of efficient integration structures in the agribusiness of the Republic of Belarus	21
N. N. Minina. Application of innovations in animal husbandry by Belarusian agricultural organizations as a method of increasing their stability	28
E. I. Bekish, E. E. Mantur. The use of marketing directions to increase the efficiency of an organization's activity	33
N. P. Panasiuga. Measures of state regulation at the Russia's grain market.....	38
S. V. Shutova. Express estimation of innovative activity of residents of scientific-technological parks in the Republic of Belarus.....	41
I. Iu. Chernenkova, M. A. Ovsianikova. Development of methodological tools of comprehensive analysis in anti-crisis management of AIC enterprises.....	47

FARMING AND PLANT-GROWING

P. A. Saskevich, L. G. Kogotko, V. R. Kazharskii, V. P. Duktov, A. S. Zhuravskii, N. V. Ustinova. Estimation of application of fungicides in sunflower crops.....	54
Iu. S. Malyshkina, D. V. Gatalskaia, E. V. Ravkov. Results of recurrent selection of the samples of yellow lupine in the conditions of the north-east of Belarus.....	60
O. V. Murzova. The quality of oat grain depending on the fertilization system.....	65
E. V. Ivanova, E. L. Andronik, D. A. Batiukov. Oil flax: its leading producers and production market (survey).....	69

I. R. Vildflush, A. A. Kuleshova. The influence of new forms of macro- and microfertilizers and growth regulators on the yield, content and removal of feeding elements of spring wheat	76
O. A. Miarzlova. Agricultural suitability of lands of exclusion in Mogilev region that might be used again in agriculture.....	81
V. A. Serdiukov, V. L. Makhanko, D. D. Fitsuro. The yield of seed potato depending on agro-technical methods of cultivation and storage conditions	86
I. G. Brui, D. F. Privalov. The efficiency of application of growth regulator Messidor, SC on spring barley crops	92
F. N. Leonov, M. V. Zimina. The efficiency of application of complex fertilizer Intermag Titan in foliar dressing of winter rape and maize grown for grain	97
N. A. Sapego. Formation of oil flax seeds yield depending on meteorological conditions and methods of application of mineral fertilizers.....	101
A. N. Pavlovskaiia, Ia. E. Piliuk, A. I. Mykhlyk. The influence of structure of stem of winter and spring rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.) on traits valuable for selection	105
V. V. Onufrienok, O. Iu. Drozdova. Mineral composition of soils: chalcopyrite, distribution of minor elements and cationic vacancies at different depths	110
M. M. Dobrodkin. Economically valuable traits and manifestation of heterosis in protected ground tomatoes.....	115
M. M. Dobrodkin. The study of combination ability of parental forms of tomato in the protected ground (2012–2013)	122

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

P. Iu. Krupenin, A. V. Kitun. Diagnostics of milking machines according to air consumption	126
I. I. Bondarenko, V. G. Kostenich, A. F. Bezruchko, E. A. Tsapuk, V. A. Belousov. The influence of control system and friction materials on the loading of PTO drive	131
V. V. Azarenko, V. S. Astakhov, S. V. Kurzenkov, O. V. Gordeenko. Technical means of harvesting long-fiber flax in terms of flax branch development prospects	136
G. I. Gedroit, S. V. Zanemonskii, V. G. Kostenich, V. A. Belousov. Interaction with soil of pneumatic tires of driven wheels	140
V. S. Astakhov, V. V. Azarenko, S. V. Kurzenkov, O. V. Gordeenko, V. I. Kotsuba. Analysis of working organs for the collection and transportation of long-fiber flax heap	144
A. I. Filippov, A. A. Autko, S. I. Kozlov, K. L. Puzevich. Design of hydraulic scheme of sprayer with telescopic sections for belt or volume introduction of working solutions.....	150
S. I. Kozlov. The use of simplified structural analysis in the reflection of automated control systems of modern machines	156
M. E. Kipnis, G. A. Kostiukovich, A. V. Poprukailo, A. S. Vorontsov. Design of intermediate support of cardan gears of MAZ trucks.....	160
M. V. Tsaits, S. V. Kurzenkov, V. I. Kotsuba, V. A. Levchuk. Justification of the rational arrangement of elements and design parameters of a rotor device for the separation of flax seed parts from stems	166

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

G. A. Gubskii, A. V. Kolmykov. Transformation of land administration in the Republic of Belarus taking into account the influence of megatrends and the formation of national spatial data infrastructure	174
Huseynova Gunay Nizami Gizi. Study of hydrodynamic and hydrochemical regime of subsoil waters in the debris cone Tartarchay.....	180
Kh. A. Garamamedov, Sh. G. Mamedova. Studying the soluble properties of multilayer fertilizer grains capsulated with various polymers.....	184

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 004:63(476)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. И. КЛИМИН

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: parfim77@tut.by*

(Поступила в редакцию 20.04.2022)

В статье рассмотрена цифровая трансформация АПК Республики Беларусь. Проанализированы важные нормативно-правовые акты, которые оказывали влияние на инновационную деятельность и ее эффективность.

Установлено, что государственная инновационная политика является составной частью государственной социально-экономической политики Республики Беларусь и направлена на создание благоприятных социально-экономических, организационных и правовых условий для инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Одна из ключевых целей инновационной политики, описанных в НСРП-2030, состоит в содействии переходу Республики Беларусь к экономике, основанной на знаниях. При этом предусматриваются следующие меры: модернизация научной сферы; создание новых научных школ и реализация стратегических программ НИОКР; обеспечение интеграции в международные процессы; и обеспечение воспроизводства имеющихся в настоящее время компетентных научно-технических кадров.

В последнее время технопарки интенсивно развиваются во всем мире, очень активно они создаются в странах СНГ и прежде всего в России. Не остается в стороне от мировых тенденций и Беларусь. Сеть технопарков в настоящее время охватывает белорусскую столицу, все без исключения областные центры, а также крупные районные центры, к примеру Пинск, Новополоцк и Горки. Однако, степень распространенности инноваций в АПК Беларуси уступает наиболее развитым зарубежным странам в силу ряда объективных и субъективных факторов. Это связано с дефицитом у сельхозпроизводителей собственных инновационно-инвестиционных ресурсов, высокой стоимости инноваций, рискованности их внедрения, недостаточной развитости инновационной инфраструктуры.

Следовательно, сельское хозяйство с каждым днем становится все более высокотехнологичным: информация поступает из устройств, расположенных в поле, на ферме, от датчиков, сельхозтехники, метеостанций, спутников, дронов.

Ключевые слова: инновационная политика, информация, экономика, конкурентоспособность, сельское хозяйство.

The article considers the digital transformation of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus. The important normative-legal acts that influenced the innovation activity and its efficiency are analyzed.

It has been established that the state innovation policy is an integral part of the state socio-economic policy of the Republic of Belarus and is aimed at creating favorable socio-economic, organizational and legal conditions for innovative development and increasing the competitiveness of the national economy.

One of the key objectives of the innovation policy described in the NSSD-2030 is to facilitate the transition of the Republic of Belarus to a knowledge-based economy. At the same time, the following measures are envisaged: modernization of the scientific sphere; creation of new scientific schools and implementation of strategic R&D programs; ensuring integration into international processes; and ensuring the reproduction of currently available competent scientific and technical personnel.

Recently, technoparks have been intensively developing all over the world, they are being created very actively in the CIS countries and, above all, in Russia. Belarus does not remain aloof from world trends. The network of technology parks currently covers the Belarusian capital, all regional centers without exception, as well as large district centers, such as Pinsk, Novopolotsk and Gor-ki. However, the degree of prevalence of innovations in the agro-industrial complex of Belarus is inferior to the most developed foreign countries due to a number of objective and subjective factors. This is due to the lack of own innovation and investment resources among agricultural producers, the high cost of innovation, the riskiness of their implementation, and the underdevelopment of the innovation infrastructure.

Consequently, agriculture is becoming more and more high-tech every day: information comes from devices located in the field, on the farm, from sensors, agricultural machinery, weather stations, satellites, drones.

Key words: innovation policy, information, economics, competitiveness, agriculture.

Введение

Государственная инновационная политика является составной частью государственной социально-экономической политики Республики Беларусь и направлена на создание благоприятных социально-экономических, организационных и правовых условий для инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики. Приоритетной задачей государственной инно-

вационной политики является повышение эффективности национальной инновационной системы как механизма взаимодействия между наукой и реальным сектором экономики. Совершенствование национальной инновационной системы является необходимым условием для устойчивого инновационного развития страны и будет осуществляться посредством синхронной и скоординированной структурной модернизации ее компонентов, сочетающейся с их системной интеграцией. Стратегической целью развития национальной инновационной системы является создание фундамента общества знаний и интеллектуальной экономики посредством осуществления ее научно-технологической трансформации с поэтапным переходом к высшим технологическим укладам.

В 2021 г. в Глобальном индексе инноваций Беларусь заняла 62-е место, повысив свой рейтинг на 10 позиций по сравнению с 2019 годом.

В 2019 г. в Беларуси функционировало 25 субъектов инновационной инфраструктуры, в том числе 16 технопарков, 8 центров трансфера технологий. Доля экспорта наукоемкой и высокотехнологической продукции в общем объеме экспорта составила 35,6 %. В стоимостном выражении объем экспорта наукоемкой высокотехнологической продукции составил \$14,9 млрд [4].

Основная часть

В рамках Указа Президента Республики Беларусь от 15 сентября 2021 г. № 348 была принята «Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.». Данная программа предусматривает следующие аспекты: стимулирование разработок технологий, товаров и услуг, соответствующих V и VI технологическим укладам, в том числе за счет приоритетного их финансирования, а также экспортоориентированных разработок; формирование полноценного рынка научно-технической и инновационной продукции, совершенствование институциональной среды, развитие и стимулирование инновационного предпринимательства; создание национальной системы технологического прогнозирования; создание и стимулирование развития опытно-внедренческих структур; развитие инновационной инфраструктуры; развитие национальной системы интеллектуальной собственности; стимулирование участия молодежи в сфере научно-технической и инновационной деятельности, формирование и развитие новых бизнес-моделей молодежной занятости в инновационной сфере, в том числе на поддержку молодежных стартапов; развитие системы научно-технической информации.

В соответствии с главой 7 «*Формирование и ускоренное развитие наукоемких и высокотехнологичных секторов национальной экономики*» в рамках направления «*Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование*» будут выполняться проекты по: повышению энергетической эффективности национальной экономики; созданию электроемких инновационных производств с учетом ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС; внедрению умных сетей электроснабжения (smartgrid), в том числе автоматизированных систем управления распределительными электрическими сетями, автоматизированных систем управления технологическими процессами тепловых сетей, цифровых подстанций и автоматизированных систем контроля и учета тепловой и электрической энергии; развитию технологий сохранения энергии, в том числе с использованием водородных топливных элементов (водородной энергетики), электрических накопителей энергии; увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов для теплоснабжения; развитию возобновляемой энергетики, включая активную интеграцию возобновляемых источников энергии в энергосистему за счет развития умных сетей электроснабжения, применения технологий аккумулирования электрической и тепловой энергии, распространения технологий использования возобновляемых источников энергии для собственных нужд, в том числе в зданиях и промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве, организации взаимодействия производящих возобновляемую энергию потребителей с энергетическими сетями для их участия в электроэнергетическом рынке; разработке облегченных стеновых панелей на стальном каркасе с эффективным утеплителем, стеновых блоков с гибкими связями, стеклофибробетона; созданию моно- и поликристаллических солнечных панелей; строительству зданий и сооружений с использованием электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления, созданию и внедрению в зданиях технологий получения полезных ресурсов из дождевых и канализационных стоков; созданию современных производств по выпуску средств зарядной инфраструктуры для электротранспорта; формированию интеллектуальной транспортно-логистической системы; созданию цифровой платформы мониторинга состояния лесных насаждений и агроценозов, адаптации сельского и лесного хозяйства к изменению климата, формированию целевых высокопродуктивных лесных насаждений основных лесообразующих пород; формированию ассортимента биологически эффективных и экологически безопасных средств защиты растений; внедрению высокотехнологичных безотходных и ресурсосберегающих производств, в том числе биоразлагаемой упаковки; использованию и (или) обезвреживанию отходов, в том числе опасных.

В рамках направления «Агропромышленные и продовольственные технологии» будут выполняться проекты по: развитию органического сельского хозяйства на основе аутентичного растительного сырья; созданию комплексов точного земледелия с возможностями оценки состояния растительного покрова в режиме реального времени с применением современных цифровых технологий, методов использования беспилотных средств (для обработки посевных земель и аэрофотосъемки), космического зондирования для оптимизации сроков и методов обработки и уборки урожая; повышению уровня защиты в сфере биологической безопасности животных путем внедрения принципиально новых кормовых добавок, профилактических и лечебных препаратов для дезинфекции животноводческих помещений, предупреждения заболеваемости скота; производству пищевых продуктов с заданными свойствами с использованием биологически активных веществ и их комплексов на основе местных видов экологического сырья; производству персонализированного лечебного и профилактического питания, в том числе сухих молочных смесей на основе натурального козьего молока для детей раннего возраста; внедрению роботизированных систем выполнения производственных операций для создания животным комфортных, соответствующих биологическим потребностям условий содержания; формированию эффективной системы мониторинга заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы, производству средств их диагностики, профилактики и терапии; строительству стационарных и мобильных заводов по переработке отходов животноводства в замкнутом энергоэффективном цикле в органические удобрения нового поколения; разработке и внедрению наукоемких технологий производства и применения микробиологических препаратов и биологически активных соединений для сельского хозяйства; расширению генофонда животных и растений на основе селекционно-генетических разработок; повышению урожайности на основе создания новых сортов и гибридов растений с заданными морфологическими, физиологическими, иммунологическими, биохимическим и другими признаками; организации высокотехнологичных агропромышленных производств полного цикла.

В соответствии с методическими рекомендациями по отнесению технологий к V и VI технологическим укладам сюда относятся технологии по следующим технологическим направлениям.

К V технологическому укладу: информационно-коммуникационные технологии; биотехнологии; технологии в области микро- и радиоэлектроники; технологии в области роботостроения и приборостроения; технологии в области вычислительной, оптико-волоконной техники и офисного оборудования; технологии производства медицинской техники и оказание высокотехнологичной медицинской помощи; технологии производства фармацевтической продукции; технологии производства новых материалов с заданными свойствами; авиакосмические технологии; технологии в области атомной энергетики и возобновляемых источников энергии.

К VI технологическому укладу: нанотехнологии; генно-инженерные и клеточные технологии; технологии искусственного интеллекта; аддитивные технологии.

Согласно Указу Президента Республики Беларусь 07.05.2020 г. № 156 «Приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» в рамках раздела «агропромышленные и продовольственные технологии» выделяются: продовольственная безопасность и качество сельскохозяйственной продукции; плодородие почв; селекция и воспроизводство сельскохозяйственных растений и животных; ветеринария; сельскохозяйственная техника, машины и оборудование; точное земледелие; производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции.

Реализация приоритетных направлений позволит сконцентрировать ресурсы на наиболее перспективных и значимых для развития экономики и социальной сферы работах, эффективно координировать исследования, разработки и практическое использование результатов научно-технической деятельности. Ожидается также активизация совместной работы научных учреждений и промышленных организаций по внедрению новых технологий и созданию инновационных производств, повышение конкурентоспособности наукоемких и высокотехнологичных секторов национальной экономики [6].

Позиции Республики Беларусь и стран Евразийского экономического союза в Глобальном рейтинге инноваций в 2019–2021 гг.

Страны ЕАЭС	Годы		
	2019	2020	2021
Армения	64	61	69
Беларусь	72	64	62
Казахстан	79	77	79
Кыргызстан	90	94	98
Россия	46	47	45
Количество стран	129	131	132

Примечание. Таблица составлена на основании открытой информации, размещенной на официальном сайте Глобального рейтинга инноваций [1, 2, 3].

Степень распространенности инноваций в АПК Беларуси уступает наиболее развитым зарубежным странам в силу ряда объективных и субъективных факторов. Это связано с дефицитом у сельхозпроизводителей собственных инновационно-инвестиционных ресурсов, высокой стоимости инноваций, рискованности их внедрения, недостаточной развитости инновационной инфраструктуры. Республика Беларусь в 2021 г. заняла 62-е место в Глобальном рейтинге инноваций (таблица).

В 2015 г. ООН приняла Повестку дня в области устойчивого развития до 2030 года, которая представляет собой насыщенный план действий и ориентирована на объединение усилий по достижению экономического процветания и по обеспечению экологической устойчивости и социальной интеграции.

Республика Беларусь поддержала эти инициативы и будет предпринимать меры с тем, чтобы государственные структуры и политика способствовали их реализации. В целях интеграции действующих стратегий в рамках более долгосрочной политики в Республике Беларусь разработана Концепция Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (НСУР-2030), а для ее реализации принимаются соответствующие пятилетние программы социально-экономического развития. НСУР-2030 затрагивает вызовы, связанные с вопросами устойчивого развития по трем направлениям: социальное развитие с акцентом на проблемах здоровья, старения населения и миграции, образования и социального неравенства; экономическое развитие с акцентом на вопросах конкурентоспособности, развития технологий, расширения доступа на мировые рынки, доступа к ноу-хау и финансовым ресурсам, обеспечения энергетической безопасности; и экологическое развитие с акцентом на проблемах изменения климата, трансграничного перемещения опасных и вредных веществ, риска вспышек новых заболеваний и истощения природных ресурсов.

Одна из ключевых целей инновационной политики, описанных в НСУР-2030, состоит в содействии переходу Республики Беларусь к экономике, основанной на знаниях. При этом предусматриваются следующие меры: модернизация научной сферы; создание новых научных школ и реализация стратегических программ НИОКР; обеспечение интеграции в международные процессы; и обеспечение воспроизводства имеющихся в настоящее время компетентных научно-технических кадров.

В последние годы принимались важные нормативно-правовые акты, которые оказывали влияние на инновационную деятельность и ее эффективность. Они содержат положения, направленные на стимулирование инновационной деятельности и коммерциализации результатов научных разработок. Впервые были утверждены положения, регулирующие доступ к инструментам государственных грантов (инновационные ваучеры и гранты). Вторая реформа касалась процесса коммерциализации результатов исследований, финансируемых за счет средств государства. Кроме того, были инициированы меры политики, нацеленные на стимулирование развития кластеров. В части изменений в режиме налогообложения, внедрена система налоговых стимулов для научно-технических разработок, которая предусматривает предоставление налоговых льгот для высокотехнологичной продукции и производств [5].

Одним из главных рычагов коммерциализации научно-технических достижений и развития малого инновационного предпринимательства, как показывает анализ мировых рынков, является инновационная инфраструктура, включающая совокупность системы образовательных учреждений, инвестиционных фондов, производственных мощностей, государственных и частных предприятий, участвующих в разработке и внедрении новых технологий.

В последнее время технопарки интенсивно развиваются во всем мире, очень активно они создаются в странах СНГ и прежде всего в России. Не остается в стороне от мировых тенденций и Беларусь. Сеть технопарков в настоящее время охватывает белорусскую столицу, все без исключения областные центры, а также крупные районные центры, к примеру Пинск, Новополоцк и Горки. В республике уделяется особенное внимание созданию и функционированию технопарков. Для стимулирования их деятельности государством на постоянной основе принимаются меры по совершенствованию системы льгот и преференций, предусмотренных для технопарков и их резидентов; осуществляется также прямое бюджетное финансирование [7].

Например, в Горецком районе на базе БГСХА действует «Технопарк Горки», который занимается аграрными научными разработками и укоренением передовых технологий – это точечное земледелие, использование дронов для внесения удобрений и средств защиты растений, смарт-технологии и интернет вещей. А еще поддерживает разработки молодых ученых БГСХА.

ООО «Технопарк «Горки» – это единственный в республике аграрный биотехнологический парк, входящий в систему Минсельхозпрода. Он является отличной площадкой для получения прибыли от научных разработок аграрной сферы на территории ЕврАзЭС.

Заключение

Сельское хозяйство с каждым днем становится все более высокотехнологичным: информация поступает из устройств, расположенных в поле, на ферме, от датчиков, сельхозтехники, метеостанций, спутников, дронов. Данные собираются в одном месте от разных участников производственных процессов и формируется информационное поле, с помощью которого аграрий легко может находить ошибки в применении агротехнологий. Эти данные позволяют принимать правильные решения, минимизирующие риски и повышающие рентабельность сельхозпроизводства [8].

Таким образом, несмотря на то, что сельское хозяйство не самая инновационная отрасль, один из главных трендов на ближайшие годы – это цифровая трансформация АПК и планируемый технологический прорыв. Внедрение IT-технологий позволит сократить издержки, снизить риски производства, а также повысить производительность труда в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives – The Future of Medical Innovation [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/gii-full-report-2019.pdf>. – Дата доступа: 14.03.2022 г.

2. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? / Global Innovation Index [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII_2020_KeyFind_English_web.pdf. – Дата доступа: 14.03.2022г.

3. The Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis/ Global Innovation Index [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf. – Дата доступа: 08.02.2022.

4. Инновационное развитие. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/belarus/science/innovation>. – Дата доступа: 08.02.2022.

5. Инновации для устойчивого развития: обзор по Республике Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unesce.org/DAM/ceci/publications/IPR_Belarus/_Rus__Innovation4SD_Belarus_-_WEB_VERSION.pdf. – Дата доступа: 08.02.2022.

6. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021 – 2025 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 07 мая 2020 г. № 156 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

7. Тышлек, В. Беларусь на мировой карте инноваций / В. Тышлек // Наука и инновации. –2020. –№ 2. – С. 32–37.

8. Цифровизация АПК имеет колоссальный потенциал: в чем преимущества IT-технологий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/selhoztehnika/stati/cifrovizacija-apk-imeet-kolossalnyi-potencial-v-chem-preimuschestva-it-tehnologii.html>. – Дата доступа: 08.02.2022.

ОТДЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАДИЦИОННОГО СЕЛЬСКОГО УКЛАДА ЖИЗНИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. А. ГАЙДУКОВ

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

(Поступила в редакцию 11.07.2022)

Традиционный сельский уклад жизни во многом характеризуется высокими затратами рабочего времени на ведение подсобного хозяйства, которое обеспечивает сельскую семью необходимыми продуктами питания, а также в значительной степени способствует повышению доходов за счет реализации излишков производимой продукции. Трансформация технологического уклада в экономике закономерно вносит изменения в процессы жизнедеятельности сельской семьи. Структурные изменения в сельской местности в определенной мере проявляются через изменение стоимости потребляемых продуктов питания, произведенных в личном подсобном хозяйстве, и ее в общей сумме располагаемых ресурсов домашних хозяйств сельских жителей.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что в начале 2000-х годов ведение подсобного хозяйства в сельской местности носило ярко выраженный потребительский характер, на что указывает высокая (более 25 %) обеспеченность сельской семьи продуктами питания собственного производства. В период 2000–2020 гг. в Республике Беларусь изменение уровня жизни сельского населения сопровождалось значительной трансформацией сельского уклада жизни, проявляющегося в снижении роли личных подсобных хозяйств в обеспечении жизнедеятельности сельской семьи за счет аграрного труда на собственном земельном участке. В последнее время также наметилась тенденция снижения доли натуральных поступлений в потреблении продовольствия в общей стоимости располагаемых ресурсов сельских жителей, что указывает на рост доходов от других видов деятельности, обусловленный структурными изменениями в сельской местности и продолжающимся вытеснением традиционного уклада жизни.

Ключевые слова: *сельский уклад жизни, закономерности, тенденции, трансформация, подсобное хозяйство, располагаемые ресурсы.*

The traditional rural way of life is largely characterized by the high expenditure of working hours on farming, which provides the rural family with the necessary food, and also largely contributes to income growth through the sale of surplus products. The transformation of the technological structure in the economy naturally brings about changes in the life processes of a rural family. Structural changes in rural areas are to a certain extent manifested through the change in the cost of consumed food products produced in personal subsidiary plots and in the total amount of disposable resources of households of rural residents.

The study shows that in the early 2000s, part-time farming in rural areas had a pronounced consumer character, as evidenced by the high (more than 25 %) provision of rural families with food of their own production. In the period 2000–2020 in the Republic of Belarus, the change in the standard of living of rural population was accompanied by a significant transformation of the rural way of life, manifested in a decrease in the role of personal subsidiary farms in ensuring the livelihoods of a rural family through agricultural labor on their own land. Recently, there has also been a downward trend in the share of in-kind food consumption in the total value of rural disposable resources, indicating an increase in income from other activities due to structural changes in rural areas and the continued displacement of traditional lifestyles.

Key words: *rural way of life, patterns, trends, transformation, subsidiary farming, available resources.*

Введение

Особенностью современного развития экономики является ускоренное замещение старых технологических укладов новыми, которые основаны на цифровых, нано- и биоинженерных технологиях. Переход к новому технологическому укладу требует повышения эффективности работы всех отраслей и предприятий [7]. В Республике Беларусь большинство крупнотоварных предприятий смогли достичь только 3–4 технологических укладов и сейчас практически остановились в своем совершенствовании [6]. Очевидно, что в аграрном секторе экономики данные проблемы проявляются также в значительной степени.

Можно предположить, что формирование нового технологического уклада в сельском хозяйстве будет сопровождаться трансформацией сельского уклада жизни. На протяжении последних десятилетий он во многом характеризовался сельским трудом или ведением личного подсобного хозяйства (ЛПХ) [1, 2, 3, 4, 5, 11]. В настоящее время вследствие ряда причин происходит сокращение самих хозяйств, а также размеров их участков. Одновременно с этим, целью многих личных подсобных хозяйств становится товарное производство определенных продуктов. Соответственно, самостоятельное производство в сельской местности постепенно меняет свою роль.

Изложенное выше свидетельствует о необходимости прогнозирования возможностей трансформации сельского уклада жизни в Республике Беларусь и необходимости такой оценки с помощью ана-

лиза особенностей ведения подсобного хозяйства в сельской местности и изменения его роли в жизнедеятельности сельской семьи.

Основная часть

Изменение доли натуральных поступлений в потреблении продуктов питания может объясняться не только постепенными изменениями потребительских предпочтений сельского населения при повышении уровня жизни, но и структурными изменениями в сельской местности, основанными на трансформации аграрного уклада жизни. В связи с этим для оценки перспектив дальнейшей трансформации целесообразно рассмотреть сложившуюся тенденцию изменения потребления продуктов питания, произведенных в ЛПХ, а также ее доли в общей суммы располагаемых ресурсов сельского населения республики. В табл. 1 приведена динамика состава и структуры располагаемых ресурсов сельского населения Республики Беларусь по годам окончания пятилеток.

Таблица 1. Динамика состава и структуры располагаемые ресурсы жителей сельских населенных пунктов

Виды ресурсов	2000 г.		2005 г.		2010 г.		2015 г.		2020 г.		2020 г. к 2000 г. п. п.
	руб.*/месяц	%	руб.*/месяц	%	руб.*/месяц	%	руб.*/месяц	%	руб./месяц	%	
Располагаемые ресурсы – всего	8,71	100,0	58,29	100,0	149,48	100,0	724,65	100,0	1207,7	100,0	–
В т. ч. денежные средства	6,14	70,5	49,17	84,4	134,62	90,1	660,49	91,1	1108,4	91,8	21,3
стоимость потребленных продуктов питания, произведенных в личном подсобном хозяйстве	2,41	27,7	8,17	14,0	13,57	9,1	59,28	8,2	92,7	7,7	– 20,0
стоимость полученных в натуральной форме льгот и выплат	0,16	1,8	0,95	1,6	1,29	0,9	4,88	0,7	6,6	0,5	– 1,3

Примечание: Составлена автором на основании источников [8, 9, 10]; * – с учетом деноминации 2016 г.

Данные табл. 1 подтверждают тот факт, что в Республике Беларусь за прошедшие 20 лет значительно изменился сельский уклад жизни. В 2000 г. около 30 % всех доходов домашних хозяйств сельских жителей составляла стоимость потребленных продуктов питания, произведенных в подсобных хозяйствах. В данное время среднегодовой уровень инфляции составлял более 280 %. Следует также заметить, что в составе суммы денежных средств также определенную часть занимают поступления от реализации продукции, произведенной на собственных или арендованных земельных участках. К 2005 г. потребление продуктов питания собственного производства сельскими семьями возросло в 3,4 р. при почти двойном сокращении его доли в общей сумме располагаемых доходов. Это связано со значительным повышением уровня жизни населения республики, в том числе, проживающего в сельской местности. Среднегодовой уровень инфляции при этом сократился до 60 % в год. В дальнейшем также происходило значительное увеличение стоимости потребленных продуктов питания собственного производства в действующих ценах при последовательном уменьшении удельного веса данной категории располагаемых ресурсов в общей их стоимости. За весь исследуемый период доля стоимости потребленных продовольственных товаров, произведенных в ЛПХ, сократилась на 20,0 п. п. и в 2020 г. году составила 7,7 %.

Тем не менее, обоснованно изменение стоимости потребленных продуктов питания собственного производства сельскими жителями можно оценить по их реальной стоимости с учетом роста цен на потребительские товары (табл. 2).

Таблица 2. Динамика стоимости потребленных продуктов питания, произведенных в личных подсобных хозяйствах, с учетом роста потребительских цен

Годы	Стоимость продуктов питания, руб./семью	Абсолютный прирост, руб./семью		Темп роста, %	
		к 2000 г.	к предыдущему году	к 2000 г.	к предыдущему году
2000	80,4	–	–	100,0	100,0
2005	70,9	– 9,5	– 9,5	88,2	88,2
2010	72,7	– 7,7	1,8	90,4	102,5
2015	82,1	1,7	9,4	102,1	112,9
2020	92,7	12,3	10,6	115,3	112,9
Среднее	79,8		3,1		103,6

Примечание: Составлена автором на основании источников [8, 9, 10].

Таким образом, реальная стоимость потребленных продуктов питания сельскими жителями, произведенными в ЛПХ, в среднем за пятилетие возрастала на 3,1 руб./семью или на 3,6 %. В первую пятилетку исследуемого периода наблюдается существенное снижение стоимости потребленных продуктов питания на семью при последующем прогрессивном увеличении. Следует также отметить, что

в двух последних пятилетках темп прироста стоимости потребленных продуктов питания, произведенных сельскими жителями в ЛПХ, сохранился. Наглядно тенденция изменения стоимости потребленных продовольственных товаров, произведенных в ЛПХ, представлена на рис. 1.

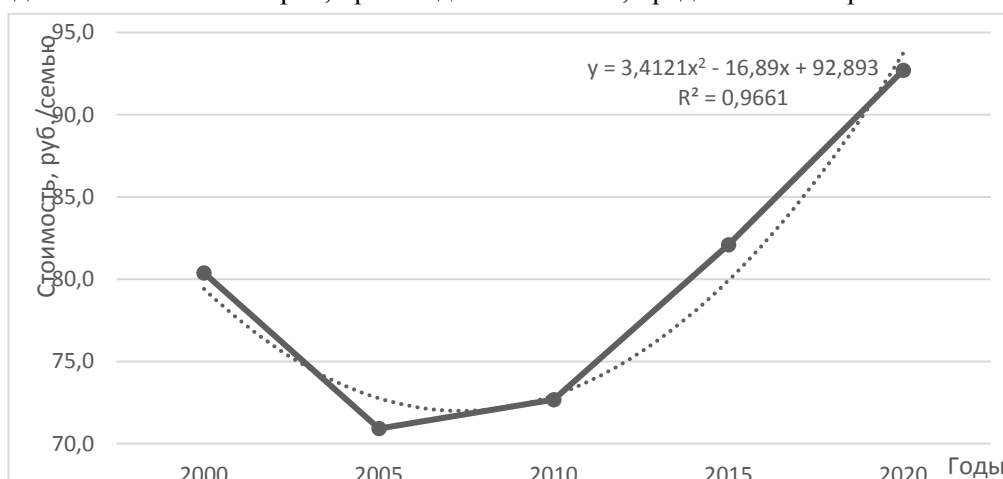


Рис. 1. Динамика изменения стоимости потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ, по пятилеткам в реальных ценах

Примечание: Составлен автором на основании данных табл. 2.

Следовательно, более точно тенденцию изменения анализируемого показателя отражает уравнение параболы. Его параметры указывают на то, что в исследуемом периоде по пятилеткам среднее снижение стоимости потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ, уменьшалась на 16,89 руб./семью с замедлением данного процесса на 3,41 руб./семью.

Вместе с тем рассматривать изменение стоимости произведенных продовольственных товаров в ЛПХ, которые были использованы на потребление, следует рассматривать более детально параллельно с изменением общей суммы располагаемых ресурсов сельских семей (табл. 3).

Таблица 3. Динамика располагаемых ресурсов сельских семей и потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ, с учетом роста потребительских цен

Годы	Располагаемые ресурсы, руб./семью	к предыдущему году		Потребление продуктов питания из ЛПХ, руб./семью	к предыдущему году	
		Абсолютный прирост, руб.	Темп роста, %		Абсолютный прирост, руб.	Темп роста, %
2009	746,8			73,2		
2010	800,7	53,9	107,2	72,7	- 0,5	99,3
2011	778,2	- 22,5	97,2	66,5	- 6,2	91,5
2012	911,0	132,8	117,1	64,6	- 1,9	97,1
2013	1025,6	114,6	112,6	66,8	2,2	103,4
2014	1072,6	47,0	104,6	80,2	13,4	120,1
2015	1003,6	- 69,0	93,6	82,1	1,9	102,4
2016	957,6	- 46,0	95,4	95,3	13,2	116,1
2017	999,3	41,7	104,4	101,6	6,3	106,6
2018	1109,4	110,1	111,0	102,2	0,6	100,6
2019	1149,4	40,0	103,6	93,4	- 8,8	91,4
2020	1207,7	58,3	105,1	92,7	- 0,7	99,3
Среднее	980,2	41,9	104,5	82,6	1,8	102,2

Примечание: Составлена автором на основании источников [8, 9, 10].

Динамика располагаемых ресурсов домашних хозяйств сельских жителей свидетельствует об их значительных колебаниях в исследуемом периоде. Максимальное уменьшение наблюдается в 2015 г. и составляет 69,0 руб. в расчете на 1 домашнее хозяйство или 6,4 % к предыдущему году. Наибольший прирост располагаемых ресурсов в домашних хозяйствах сельских жителей составил 132,8 руб. в 2012 г. (17,1 %). При этом не прослеживается взаимосвязи между общей суммой располагаемых ресурсов и стоимостью потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ. При общем приросте всех ресурсов может происходить как снижение, так и увеличение потребляемых продуктов питания из ЛПХ. Тем не менее, начало исследуемого периода (2009–2013 гг.) и его конец (2018–2020 гг.) характеризуются превышением прироста общей суммы ресурсов над потреблением продуктов питания, произведенных в ЛПХ. Это, на наш взгляд, подтверждает общую тенденцию снижения роли подсобного хозяйства, как основы аграрного уклада жизни, в обеспечении жизнедеятельности сельской семьи.

Наиболее ярко данная тенденция проявляется в последние 5 лет. Об этом свидетельствует динамика темпов роста исследуемых показателей (рис. 2).

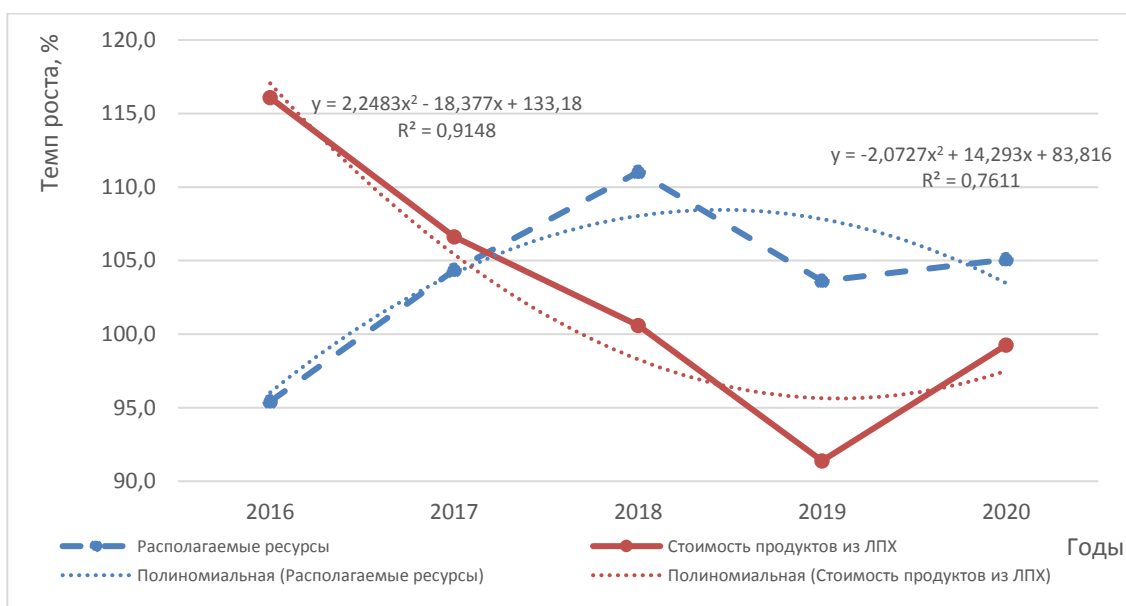


Рис. 2. Динамика приростов располагаемых ресурсов сельских домашних хозяйств и потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ

Примечание: Составлен автором на основании данных табл. 3.

Сумма общих располагаемых ресурсов в домашних хозяйствах сельских жителей в среднем ежегодно прирастала на 14,29 п. п. с замедлением 2,07 п. п., в то время, как сумма потребленных продуктов питания, произведенных в ЛПХ, снижалась за данный период в среднем на 18,38 п. п. с замедлением 2,25 п. п.

Заключение

В целом результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

- в начале 2000-х годов ведение подсобного хозяйства носило ярко выраженный потребительский характер, на что указывает высокая (более 25 %) обеспеченность сельской семьи продуктами питания собственного производства;
- в период 2000–2020 гг. в Республике Беларусь изменение уровня жизни сельского населения сопровождалось значительной трансформацией сельского уклада жизни, проявляющегося в снижении роли личных подсобных хозяйств в обеспечении жизнедеятельности сельской семьи за счет аграрного труда на собственном земельном участке;
- в последнее время также наметилась тенденция снижения доли натуральных поступлений в потреблении продовольствия в общей стоимости располагаемых ресурсов сельских жителей, что указывает на рост доходов от других видов деятельности, обусловленный структурными изменениями в сельской местности и продолжающимся вытеснением традиционного уклада жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балханов, А. М. Трансформация уклада жизни сельского населения / А. М. Балханов // Вестн. Самарского гос. техн. ун-та. Серия: экономические науки. – 2012. – № 1. – С. 16–21.
2. Гайдуков, А. А. Место и роль личных подсобных хозяйств населения в аграрной экономике Республики Беларусь / А. А. Гайдуков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 4. – С. 9–13.
3. Гайдуков, А. Основные принципы зарождения и становления личных подсобных хозяйств в России / А. Гайдуков // Аграр. экономика. – 2018. – № 11. – С. 66–70.
4. Гайдуков, А. А. Формирование и развитие среды функционирования личных подсобных хозяйств граждан / А. А. Гайдуков. – Горки: БГСХА, 2022. – 180 с.
5. Гайдуков, А. А. Формирование и развитие среды функционирования личных подсобных хозяйств граждан: автореф. дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. А. Гайдуков; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2021. – 24 с.
6. Гусаков, В. Проблемы устойчивого развития экономики и формирование нового технологического уклада / В. Гусаков // Наука и инновации. – 2016. – № 7. – С. 4–11.
7. Гусаков, В. Г. Трансфер национальной экономики в связи с формированием нового мирохозяйственного и технологического уклада как условие стратегии опережающего развития / В. Г. Гусаков // Вестн. ин-та экономики НАН Беларуси: сб. науч. ст. – 2021. – Вып. 3. – С. 8–21.
8. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь: редкол.: Е. И. Кухаревич [и др.]. – Минск: [б. и.], 2012. – 369 с.
9. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь: редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: [б. и.], 2016. – 285 с.
10. Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь: редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: [б. и.], 2021. – 249 с.
11. Шабанов, В. Л. Уровень и уклад жизни сельского населения: оценка трансформации на основе анализа структуры потребления / В. Л. Шабанов // Вопросы статистики. – 2012. – № 7. – С. 72–77.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА РЕГИОНА – ОСНОВА МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

А. В. ГРИБОВ

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: mr.andrey.gribov@yandex.ru*

А. Н. ГРИДЮШКО

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

Е. В. ВАСИЛЕВСКАЯ

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: waska-lisa@mail.ru*

(Поступила в редакцию 11.07.2022)

Республика Беларусь в настоящее время выходит на новый уровень обеспечения продовольственной безопасности посредством снабжения высококачественным питанием всех социальных групп населения, а также востребованности белорусских продуктов за рубежом и интеграции в мировой продовольственный рынок. Достижение оптимального уровня продовольственной безопасности страны приобретает ключевую значимость ввиду следующих условий: пандемии COVID-19, нестабильной внешнеполитической обстановки, санкционного давления и зарождения продовольственного кризиса в мире. Сфера управления продовольственной безопасностью конкретного региона Республики Беларусь остается относительно неисследованной. Данное обстоятельство предопределило выбор темы исследования. В представленной статье проведены теоретическо-методологические исследования, направленные на обобщение и анализ существующих инструментов по определению устойчивости продовольственного рынка региона как основы для создания его продовольственной безопасности. Выработана система индикаторов устойчивого развития продовольственного рынка региона.

Механизм формирования устойчивости регионального продовольственного рынка заключается в реализации следующих этапов управленческого воздействия: мониторинг внешней среды функционирования продовольственного рынка и выявление потенциальных возможностей и угроз для его устойчивого развития; выделение критериев для выбора индикаторов устойчивого развития; выбор системы индикаторов устойчивого развития продовольственного рынка на региональном уровне, определение их пороговых значений; мониторинг устойчивости развития продовольственного рынка с использованием выбранных индикаторов; оценка уровня устойчивости развития регионального продовольственного рынка. Исследованы факторы внешней среды, влияющие на устойчивость функционирования продовольственного рынка Гродненской области, среди которых выделены экономические, социально-культурные, демографические, природно-экологические, научно-технические и политические. Основываясь на стратегической миссии стабильного функционирования продовольственного рынка – обеспечение продовольственной безопасности на заданном уровне для современного и будущих поколений на основе самообеспечения – выделено 4 ключевых цели регионального управления: 1) удовлетворение потребностей регионального рынка на основе самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции; 2) достижение высокого качества жизни посредством обеспечения полноценного питания; 3) устойчивая интеграция в глобальный продовольственный рынок; 4) обеспечение экологической безопасности.

Ключевые слова: *продовольственный рынок, агропромышленный комплекс, управление, продовольственная безопасность, регион, домашние хозяйства.*

The Republic of Belarus is currently reaching a new level of food security through the supply of high-quality nutrition to all social groups of the population, as well as the demand for Belarusian products abroad and integration into the global food market. Achieving an optimal level of food security in the country is of key importance due to the following conditions: the COVID-19 pandemic, an unstable foreign policy environment, sanctions pressure and the emergence of a food crisis in the world. The area of food security management in a particular region of the Republic of Belarus remains relatively unexplored. This circumstance predetermined the choice of the research topic. In the presented article, theoretical and methodological studies were carried out aimed at summarizing and analyzing existing tools to determine the stability of the food market in the region as the basis for creating its food security. A system of indicators of sustainable development of the food market in the region has been developed.

The mechanism for the formation of sustainability of the regional food market consists in the implementation of the following stages of managerial influence: monitoring the external environment for the functioning of the food market and identifying potential opportunities and threats for its sustainable development; selection of criteria for the selection of indicators of sustainable development; selection of a system of indicators of sustainable development of the food market at the regional level, determination of their threshold values; monitoring the sustainability of the food market development using selected indicators; assessment of the level of sustainability of the development of the regional food market. The factors of the external environment influencing the stability of the functioning of the food market of the Grodno region, among which are economic, socio-cultural, demographic, natural-ecological, scientific-technical and political, are studied. Based on the strategic mission of the stable functioning of the food market – ensuring food security at a given level for modern and future generations on the basis of self-sufficiency – 4 key goals of regional management have been identified: 1) meeting the needs of the regional market on the basis of self-sufficiency with basic types of agricultural

products; 2) achieving a high quality of life through the provision of good nutrition; 3) sustainable integration into the global food market; 4) ensuring environmental safety.

Key words: food market, agro-industrial complex, management, food security, region, households.

Введение

Продовольственный рынок обладает характерными чертами, которые заключаются в реализации на нем товаров, обеспечивающих жизнедеятельность человека и относящихся к товарам первой необходимости. Рынок продовольствия представляет собой сложно сегментированную организацию товарного обмена, связанную с производством сельскохозяйственной продукции и продовольствия, продвижением их от производителей к потребителям.

Стратегическими целями устойчивого развития регионального продовольственного рынка являются обеспечение продовольственной безопасности региона на заданном уровне для современного и будущих поколений на основе самообеспечения за счет эффективного использования ресурсного потенциала аграрной отрасли. Основой для организации мониторинга состояния продовольственного рынка служат конкретные индикаторы – показатели, характеризующие достигнутый уровень социальной, экономической и экологической устойчивости рынка в динамике, под влиянием факторов внутренней и внешней среды [1, 2, 3].

Проблематика продовольственной безопасности в республике стала предметом изучения ряда ведущих ученых, среди которых наибольший вклад в ее разработку внесли – З. М. Ильина [4], В. Г. Гусаков [5, 6], В. И. Бельский [7, 8], А. В. Пилипук [6], Н. В. Киреенко [9], С. А. Кондратенко [6, 10], Л. В. Лагодич [11, 12], Г. В. Гусаков [13], Н. В. Карпович [6, 7] и др. Вышеперечисленными авторами изучены сущность продовольственной безопасности, механизм функционирования, цели и задачи, а также ряд факторов, существенно влияющих на обеспечение продовольственной безопасности и независимости Республики Беларусь.

Основной целью исследования является разработка механизма формирования устойчивости продовольственного рынка региона как основы его продовольственной безопасности.

Достижение продовольственной безопасности не является строго фиксированным состоянием народного хозяйства. В данном контексте возникает необходимость дальнейшего изучения данного процесса с целью выработки направлений, отвечающих требованиям изменяющихся условий в экономике страны (региона).

Основная часть

Механизм формирования устойчивости регионального продовольственного рынка заключается в реализации следующих этапов управленческого воздействия (рис. 1).

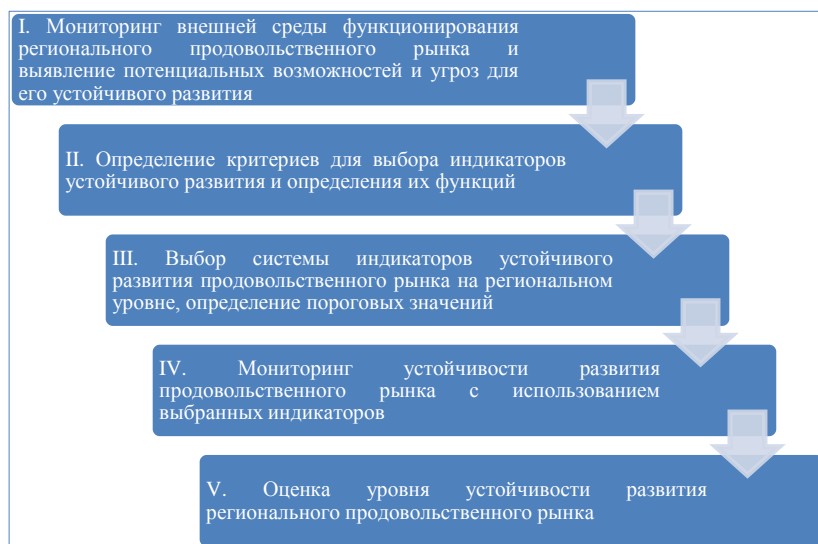


Рис. 1. Этапы формирования устойчивости продовольственного рынка региона

I. Продовольственный рынок постоянно изменяется под влиянием факторов внешней среды, которые могут как способствовать повышению его устойчивости, так и заключать угрозы и приводить к потрясениям (продовольственным дефицитам и кризисам). Вследствие этого необходим постоянный мониторинг воздействия указанных факторов на состояние рынка.

К факторам внешней среды, влияющим на стабильность функционирования изучаемого явления, следует отнести экономические, социально-культурные, демографические, природно-экологические, научно-технические и политические [11].

Таблица 1. Показатели экономических факторов внешней среды регионального продовольственного рынка Гродненской области за 2016–2020 гг.

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. к 2016 г., %
ВРП, млн руб.	7741,3	8688,5	10070,3	10900,4	11879,8	153,5
ВРП на душу населения, руб.	7381,1	8309,6	9669,3	10543,9	11626,0	157,5
Темп роста ВРП, %	100,0	112,2	130,1	140,0	153,5	+ 53,5 п.п.
Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата, руб.	622,4	703,2	831,9	931,3	1062,1	170,6
Денежные доходы в расчете на душу населения, руб. в месяц	474,0	513,7	579,8	652,1	717,5	151,4
ИПЦ, %	111,8	106	104,9	105,6	105,5	– 6,3 п.п.

Примечание: составлена на основании источника [14].

Экономические факторы характеризуют уровень развития и состояние экономики. Оценка экономических факторов внешней среды регионального продовольственного рынка необходимо проводить с использованием следующих показателей: темп роста валового регионального продукта (далее – ВРП), ВРП на душу населения, уровень средней заработной платы, уровень доходов на душу населения, индекс потребительских цен и др.

В определенной мере оценить уровень состояния экономики домашних хозяйств Гродненской области за анализируемый период возможно по следующей взаимосвязи: рост ВРП → рост доходов на 51,4 п.п. повышает уровень жизни населения и снижает долю потребительских расходов домашних хозяйств на покупку продовольствия на 2,8 п.п. → рост расходов на питание вне дома (кроме 2020 г. в связи с пандемией COVID-19) (табл. 2).

Таблица 2. Расходы домашних хозяйств Гродненской области на продукты питания, в процентах к итогу

Потребительские расходы	Гродненская область					Республика Беларусь, 2020 г.
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Потребительские расходы – всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе: расходы на покупку продуктов питания	39,9	39,3	37,3	35,7	37,1	36,8
из них: хлеба и хлебобулочных изделий	6,5	6,6	6,0	5,7	6,0	5,6
молока и молочных продуктов	7,7	7,9	7,6	7,1	7,7	7,6
мяса и мясных продуктов	11,7	11,3	10,8	10,3	10,5	10,0
рыбы и рыбопродуктов	2,2	1,8	1,8	1,9	1,7	1,8
картофеля	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
овощей и бахчевых	2,0	1,7	1,7	1,8	1,7	2,0
фруктов и ягод	2,3	2,2	2,2	2,3	2,5	2,8
прочих продуктов питания	7,2	7,6	7,0	6,3	6,7	6,6
Расходы на питание вне дома	2,1	2,5	2,5	3,1	2,2	2,4

Примечание: составлена на основании источника [14].

К социально-культурным факторам, воздействующим на развитие продовольственного рынка, следует отнести региональные традиции потребления продовольствия, изменение вкусов, религию и др., которые существенно влияют на ассортимент продуктов питания. Изменение вкусов потребителей, происходящее под воздействием популяризации здорового образа жизни, вызывает сокращение потребления жирных продуктов у отдельных категорий населения, а исповедуемая религия влияет на вид используемого в кулинарии мяса (мясо птицы, свинина, говядина, баранина и др.) [15].

Демографические факторы характеризуют население по численности, гендерной и возрастной структурам, уровням рождаемости и смертности, уровню образования, структуре населения (сельское/городское), среднему размеру семьи и т. д.

Таблица 3. Отдельные показатели демографической ситуации в Гродненской области за 2016–2020 гг.

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Численность населения, чел.	1039103	1034589	1030051	1025680	1017976
В том числе: мужчины	481560	479412	477252	475323	471640
женщины	557543	555177	552799	550357	546336
Всего в возрасте: моложе трудоспособного	190750	191835	192500	191763	190811
трудоспособном	575114	573092	571425	571520	571542
старше трудоспособного	273239	269662	266126	262397	255623
Удельный вес в общей численности населения, %: городского	73,7	74,1	74,7	75,3	75,9
сельского	26,3	25,9	25,3	24,7	24,1

Примечание: составлена на основании источника [14].

Структура рациона и объём потребляемых калорий зависят от пола, возраста, рода занятий и других факторов. Рост уровней доходов и образования формирует спрос на экологически чистые продукты питания, в том числе органические.

Природно-экологические факторы влияют на развитие внутреннего продовольственного рынка через биоклиматический потенциал, плодородие почвы, площадь сельскохозяйственных земель, неблагоприятные климатические условия и влияние последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Так, в настоящее время реализуется Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 гг., принятая Постановлением Совета министров Республики Беларусь от 22 марта 2021 г. № 159 [16]. Благодаря реализации указанных в ней подходов к ведению сельского хозяйства, в условиях радиоактивного загрязнения территорий, значительно снизилась степень загрязнения продукции растениеводства и животноводства радионуклидами.

Проблемой для стабильного обеспечения региона продовольствием становятся климатические изменения: повышение среднесуточной температуры, уменьшение количества осадков, ранняя весна с заморозками, жаркое лето, бесснежная зима, засуха и т.д. В связи с данными обстоятельствами, наблюдается неустойчивая тенденция производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Гродненской области за 2016–2020 гг.

Таблица 4. Отдельные природно-климатические показатели Гродненской области за 2016–2020 гг.

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. к 2016 г., %
Среднегодовая температура, °С	7,7	7,6	8,3	8,9	9,1	118,2
Количество выпавших осадков в среднем за год, мм	785	796	558	506	515	65,6
Площадь сельскохозяйственных земель, тыс. га	1230,8	1218,2	1217,8	1214,3	1213,6	98,6
Площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137, находящихся в пользовании сельскохозяйственных организаций, тыс. га	18,3	18,3	16,8	15,1	13,7	74,9

Примечание: составлена на основании источника [17].

Научно-технические факторы. Использование инновационных технологий в сельском хозяйстве ведёт к росту объёмов производства и качества продукции, а в перерабатывающей промышленности – к появлению новых видов продукции. Для этого в Республике Беларусь утверждена и реализуется Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. от 15 сентября 2021 г. № 348 [18].

Политические факторы влияют на состояние продовольственного рынка через денежно-кредитную, аграрную, региональную политику и др.

В частности, положительной тенденцией можно считать постоянное ужесточение экологического законодательства, а в последние годы приближения его к мировым стандартам. Так, при строительстве и реконструкции предприятий, в том числе пищевой промышленности, в Республике Беларусь с 2009 г. проводится экологическая экспертиза. В настоящее время действует Закон Республики Беларусь от 18 июля 2016 г. № 399-З «О государственной экологической экспертизе стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду», принятый Палатой представителей 16 июня 2016 г., одобренный Советом Республики 30 июня 2016 г. [19], который регулирует отношения в области проведения государственной экологической экспертизы, стратегической экологической оценки и оценки воздействия на окружающую среду и направлен на обеспечение экологической безопасности планируемой хозяйственной и иной деятельности, а также на предотвращение вредного воздействия на окружающую среду.

II. Основные критерии, которые положены в основу оценки устойчивости продовольственного рынка региона: экономическая эффективность, социальное равенство, экологическая безопасность для существующих и будущих поколений.

Система индикаторов устойчивого развития продовольственного рынка региона должна выполнять следующие основополагающие функции (рис. 2).



Рис. 2. Функции системы индикаторов устойчивого развития продовольственного рынка региона

III. Основываясь на стратегической миссии стабильного функционирования продовольственного рынка – обеспечение продовольственной безопасности на заданном уровне для современного и будущих поколений на основе самообеспечения – нами выделено 4 цели, которым соответствует субъективный ключевой индикатор.

Цель 1. Удовлетворение потребностей регионального рынка на основе самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции. Ключевой индикатор – уровень самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции, %.

Данный показатель отражает, в какой мере собственное производство способно удовлетворить все потребности региона.

Определяется по формуле:

$$\text{Исо}_i = \frac{\text{ПР}_i}{\text{П}_i} * 100\% \quad (1)$$

где, Исо_i – уровень самообеспечения i -м видов продукции, %; ПР_i – объем производства i -го вида продукции на территории региона; П_i – внутреннее потребление i -го вида продукции [5].

При $\text{Исо}_i=100$ внутреннее потребление i -го вида продукции на территории региона полностью покрывается за счет собственного производства; при $\text{Исо}_i>100$ i -го вида продукции производится больше, чем потребляется; при $\text{Исо}_i<100$ собственное производство не удовлетворяет потребности региона в i -м виде продукции.

Цель 2. Достижение для современного и будущих поколений высокого качества жизни посредством обеспечения полноценного питания. Ключевой индикатор – доля продовольствия в потребительских расходах домашних хозяйств, %.

Показатель отражает, насколько велики расходы домашних хозяйств на продовольствие. Определяется по итогам выборочного исследования домашних хозяйств по уровню жизни.

Цель 3. Устойчивая интеграция в глобальный рынок. Ключевой индикатор – индекс покрытия импорта продовольствия экспортом, %.

Данный показатель отражает, насколько импорт продовольствия в стоимостном выражении покрывается экспортом.

Определяется по формуле:

$$\text{И}_п = \frac{\text{Э}}{\text{И}} \quad (2)$$

где, $\text{И}_п$ – индекс покрытия импорта продовольствия экспортом; Э – объем экспорта продовольствия, млн долл. США; И – объем импорта продовольствия, млн долл. США [5].

Если $\text{И}_п = 1$, то импорт продовольствия равен экспорту; $\text{И}_п < 1$ – импорт продовольствия превышает экспорт, $\text{И}_п > 1$ – экспорт продовольствия превышает импорт.

Цель 4. Обеспечение экологической безопасности для существующего и будущих поколений. Ключевой показатель – уровень сертификации сельскохозяйственных и пищевых предприятий системы управления окружающей средой в соответствии с требованиями международного стандарта СТБ ISO 14001.

IV. Уровень самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции в Гродненской области за 2016–2020 гг., рассчитанный при помощи формулы 1, представлен в табл. 5.

Таблица 5. Уровень самообеспечения основной сельскохозяйственной продукцией за 2016–2020 гг., %

Виды продукции	Гродненская область					Республика Беларусь, 2020 г.
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Мясо	250,6	266,2	267,5	262,3	285,0	134,9
Молоко	432,3	452,5	460,5	486,0	507,1	256,0
Яйца	205,8	182,7	188,2	192,1	213,5	125,9
Овощи	262,6	282,0	234,1	261,8	247,1	101,9
Плоды и ягоды	225,4	152,5	288,9	158,5	250,0	66,8
Рыба	49,3	56,2	36,0	58,0	65,7	12,0

Примечание: рассчитано на основании источника [17].

Так, за счет собственного производства в Гродненской области были удовлетворены потребности населения во всех основных видах сельскохозяйственной продукции (кроме рыбы).

Индекс покрытия импорта продовольствия экспортом в Гродненской области за 2016–2020 гг. рассчитан на основе объемов экспорта и импорта продовольствия региона и в соответствии с формулой 2 (табл. 6).

Таблица 6. Расчет индекса покрытия импорта продовольствия экспортом в Гродненской области за 2016–2020 гг.

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г. к 2016 г., +/-
Объем экспорта продовольствия, млн долл. США	576,4	618,9	785,2	870,4	1130,5	554,1
Объем импорта продовольствия, млн долл. США	160,7	158,1	322,5	326,9	646,9	486,2
Индекс покрытия импорта продовольствия экспортом	3,58	3,91	2,43	2,66	1,74	-1,84

Примечание: собственная разработка.

Так, в Гродненской области экспорт продовольствия значительно превышает импорт, это свидетельствует об избыточном стоимостном покрытии затрат на импорт.

V. Устойчивый региональный продовольственный рынок обеспечивает достижение продовольственной безопасности на заданном уровне для современных и будущих поколений за счет реализации следующих взаимосвязанных целей: удовлетворение потребностей внутреннего рынка на основе самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции, достижение для современного и будущего поколений высокого качества жизни посредством обеспечения полноценного питания и обеспечение экологической безопасности региона [8, 9].

Уровень развития продовольственного рынка Гродненской области достаточно высокий, о чем свидетельствуют данные проведенного исследования продовольственного рынка региона.

Заключение

Выполненное исследование функционирования продовольственного рынка Гродненской области позволило выявить особенности функционирования и регулирования продовольственного рынка в целом, а также разработать механизм обеспечения устойчивости развития регионального рынка как основы для обеспечения продовольственной безопасности региона.

Таким образом, мониторинг развития регионального продовольственного рынка, с использованием выбранных индикаторов, позволил сформулировать следующие выводы:

- на внешнюю среду развития продовольственного рынка влияют экономические, социально-культурные, демографические, природно-экологические, научно-технические и политические факторы;
- основные показатели устойчивости изучаемого рынка должны соответствовать критериям экономической эффективности, социального равенства, экологической безопасности для существующих и будущих поколений;
- выбор индикаторов проводится исходя из стратегических целей стабильного функционирования продовольственного рынка;
- мониторинг эволюции рынка региона показал, что за счет собственного производства удовлетворены потребности населения во всех основных видах сельскохозяйственной продукции (кроме рыбы); доля продовольствия в расходах домашних хозяйств имеет положительную тенденцию к снижению; экспорт продовольствия региона покрывает импорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лагодич, Л. В. Устойчивость развития продовольственного рынка Республики Беларусь: теория и методология / Л. В. Лагодич; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т системных исследований в АПК. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 256 с.
2. Гридюшко, А. Н. Проблемные аспекты эффективного использования ресурсного потенциала аграрной отрасли / А. Н. Гридюшко, А. В. Грибов // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 3. – С. 61–66.

3. Гридюшко, А. Н. Динамика и условия развития ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства в Беларуси / А. Н. Гридюшко, Е. Н. Гридюшко // Проблемы экономики: сб. науч. тр. – Горки, 2020. – № 2 (31). – С. 63–72.
4. Ильина, З. М. Глобальные проблемы и устойчивость национальной продовольственной безопасности / З. М. Ильина. – Кн. 1 – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 211 с.
5. Гусаков, В. Г. Механизм рыночной организации аграрного комплекса: оценка и перспективы / В. Г. Гусаков. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 363 с.
6. Мониторинг продовольственной безопасности – 2019: социально-экономические условия / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 349 с.
7. Бельский, В. И. Механизм сбалансированного развития внешней торговли агропродовольственными товарами Беларуси в рамках ЕАЭС / В. И. Бельский, Н. В. Карпович. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – 199 с.
8. Бельский, В. И. Экономический механизм государственного регулирования сельскохозяйственного производства (теория, методология, практика): автореферат диссертации ... доктора экономических наук: 08.00.05 / В. И. Бельский; Ин-т системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2019. – 56 с.
9. Киреенко, Н. В. Устойчивые продовольственные системы: мировая практика и опыт государств – членов Евразийского экономического союза / Н. В. Киреенко // Белорусский экономический журнал. – 2021. – № 1. – С. 70–86.
10. Кондратенко, С. А. Устойчивое развитие регионального агропродовольственного комплекса: теория, методология, практика / С. А. Кондратенко; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2019. – 286 с.
11. Лагодич, Л. В. Концепция устойчивого развития продовольственного рынка Республики Беларусь / Л. В. Лагодич // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 мая 2015 г. : в 2 т. / Белорус. гос экономис. ун-т. – Минск, 2015. – Т.1. – С. 67–68.
12. Лагодич, Л. В. Факторы внешней среды, влияющие на устойчивое развитие продовольственного рынка, и их мониторинг / Л. В. Лагодич // Управление в социальных и экономических системах : материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 мая 2015 г. / Минский ин-т управления ; редкол.: Н. В. Суша [и др.]. – Минск, 2015. – С. 37–39.
13. Гусаков, В. Г. Комплексная система управления продовольственной безопасностью: методологические решения / В. Г. Гусаков. – Минск: Беларуская навука, 2018. – 211 с.
14. Статистический ежегодник Гродненской области 2021: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; ред. кол.: С. Л. Щирая и др. – Минск, 2021. – 450 с.
15. Грибов, А. В. Механизм повышения эффективности использования ресурсов в мясном скотоводстве Республики Беларусь: монография / А. В. Грибов, А. Н. Гридюшко. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 182 с.
16. О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 22 марта 2021 г., №159 // Совет Министров Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://mchs.gov.by/upload/iblock/751/c22100159_1616619600_gosprogramma_chaes.pdf. – Дата доступа: 20.05.2022.
17. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; ред. кол.: И. В. Медведева и др. – Минск, 2021. – 203 с.
18. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-348-ot-15-sentyabrya-2021-g>. – Дата доступа: 20.05.2022.
19. О государственной экологической экспертизе стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду: Закон Респ. Беларусь, 18 июля 2016 г., № 399-3 [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/096/zakon-399_3.pdf. – Дата доступа: 20.05.2022.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ СТРУКТУР В АГРОБИЗНЕСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. И. ПОДЛИПСКИЙ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213410, e-mail: antipod.x@mail.ru

(Поступила в редакцию 13.07.2022)

Проведенные исследования красноречиво доказывают, что интеграционные процессы в аграрном бизнесе Республики Беларусь являются одной из важнейших его характеристик, однако результат деятельности интеграционных формирований не позволяет сделать вывод об их исключительном превосходстве над неинтегрированными предприятиями, сферами, производствами. Одной из причин имеющихся проблем является отсутствие эффективного механизма взаимодействия субъектов на основе экономической заинтересованности каждого участника. Значительная часть структур создана и функционирует на административной основе. Как показывает практика, зачастую доказательства целесообразности интеграции тех или иных предприятий в бизнес-планах «подгоняются» под уже запланированную модель. Это приводит к появлению неэффективных, так называемых «мертворожденных» формирований, особенно при инициативе создания «сверху». А для того, чтобы объединение успешно функционировало и проявился синергетический эффект помимо наличия квалифицированных менеджеров, необходимо обоснование необходимости создания структуры определенной формы и оценка предполагаемой эффективности. Данные аспекты были учтены при разработке рекомендаций, отраженных в статье. Интеграционные процессы в аграрном бизнесе Республики Беларусь во многих случаях сопровождаются несоблюдением в той или иной степени основных объективных принципов: добровольности, обоснованности выбора форм, участников, ведущего звена и т.д. В то же время анализ научной литературы позволяет сделать вывод о недостаточной степени разработанности и актуальности подходов по решению данной проблемы. В связи с этим в статье предложены рекомендации, основанные на глубоком изучении интеграционных процессов в Республике Беларусь, анализе закономерностей их развития. Предложенные подходы также базируются на авторских методиках, расчетах, которые по мнению автора должны способствовать более полной реализации потенциала от интегрирования субъектов аграрного бизнеса.

Ключевые слова: агропромышленная интеграция, рекомендации, аграрный бизнес, целесообразность, эффективность, кластер.

The conducted studies eloquently prove that integration processes in the agricultural business of the Republic of Belarus are one of its most important characteristics, however, the result of the activities of integration formations does not allow us to conclude that they are exceptionally superior to non-integrated enterprises, sectors, and industries. One of the reasons for the existing problems is the lack of an effective mechanism for the interaction of subjects based on the economic interest of each participant. A significant part of the structures has been created and operates on an administrative basis. As practice shows, often evidence of the expediency of integrating certain enterprises in business plans is "adjusted" to an already planned model. This leads to the appearance of ineffective, so-called "stillborn" formations, especially when the initiative is created "from above". And in order for the association to function successfully and manifest a synergistic effect, in addition to the availability of qualified managers, it is necessary to justify the need to create a structure of a certain form and evaluate the expected effectiveness. These aspects were taken into account when developing the recommendations reflected in the article. Integration processes in the agricultural business of the Republic of Belarus in many cases are accompanied by non-observance to some extent of the main objective principles: voluntariness, reasonableness of the choice of forms, participants, leading link, etc. At the same time, the analysis of scientific literature allows us to conclude that the approaches to solving this problem are insufficiently developed and relevant. In this regard, the article proposes recommendations based on a deep study of integration processes in the Republic of Belarus, an analysis of the patterns of their development. The proposed approaches are also based on the author's methods, calculations, which, according to the author, should contribute to a more complete realization of the potential from the integration of agricultural business entities.

Key words: agro-industrial integration, recommendations, agricultural business, expediency, efficiency, cluster.

Введение

Развитие интеграционных процессов оценивается многими экспертами как ключевой фактор, позволяющий создать предпосылки развития и укрепления продовольственной безопасности Беларуси и повышения экономической эффективности аграрной отрасли. Происходящие интеграционные процессы в Республике Беларусь затронули фактически все отрасли аграрного бизнеса: от машиностроения и агросервисного обслуживания до переработки и реализации продовольствия. Сотрудничество между производителями сырья, переработчиками сельскохозяйственной продукции, сбытовыми организациями, имеющими прямое отношение к агробизнесу, по мнению многих экспертов способно привести к значительному усилению позиций всех участников на продовольственном рынке, повышению экономической эффективности их работы. Нужно отметить, что активизация данных процессов обусловлена как потребностями самих товаропроизводителей, стремящихся к объединению для совместной деятельности, так и усилиями со стороны государства. Эти усилия направлены на стимулирование создания интеграционных агропромышленных формирований как эффективного механизма преодоления негативных явлений в агропромышленном производстве, создания условий для раз-

вития аграрного бизнеса, и во многом продиктованы стратегической целью – завоевания устойчивых конкурентных позиций на внешних рынках. Исследования показывают, что потенциал интеграционных структур в аграрном бизнесе Республики Беларусь использован и реализован далеко не в полной мере. Причиной этому является множество факторов, негативное воздействие которых и призваны снизить предлагаемые направления.

Основная часть

На основе проведенных исследований мирового и отечественного опыта интеграции в сфере агропромышленного производства, анализа законодательной базы в области интеграции, определения тенденций, направлений, положительных и отрицательных явлений в отечественном агропромышленном комплексе, а также разработанных подходов по обоснованию целесообразности, выбору форм, совершенствованию экономически взаимоотношений участников можно сформулировать рекомендации по созданию и функционированию эффективных интеграционных структур, применительно к реалиям белорусского агробизнеса.

1) Целесообразность преимущественно вертикальной направленности интеграции.

Мнение о максимальной реализации потенциала интеграционной структуры в случае создания замкнутой цепочки движения продукции подкреплено в первую очередь мнениями ведущих белорусских и зарубежных ученых, мировом (в частности, и российским) опытом. Анализ интеграционных структур белорусского агробизнеса на основе предложенной методики комплексной оценки также показал, что агрокомбинаты (структуры с вертикально интегрированным производством) в исследуемом периоде имеют более высокие показатели эффективности по сравнению с холдингами средние интегральные коэффициенты эффективности соответственно составили: 2,6 и 0,9 соответственно. При этом «Агропромышленный холдинг «Славянский Велес» – наиболее эффективный из всех агрохолдингов в рассматриваемом периоде ($K_{\text{общ}}=2,8$) тоже представляет собой пример вертикальной интеграции [5].

2) При создании и управлении вертикально-интегрированными структурами в сфере агропромышленного производства особое внимание следует уделять: повышению качества сельскохозяйственных угодий, наращиванию основных производственных фондов, увеличению переработки продукции и ее продаже конечному потребителю, оптимизации численного состава работников предприятия и стимулированию труда. В то же время необходимо с осторожностью относиться: к чрезмерному накоплению оборотных средств (поскольку это может стать замороженным капиталом), расширению площади сельхозугодий (потому что существуют оптимальные размеры землепользования, а избыточное количество угодий требует соответствующих капитальных вложений для их интенсификации).

Об этом свидетельствует проведенный регрессионно-корреляционный анализ деятельности крупнейших агрокомбинатов.

3) При обосновании целесообразности на начальном этапе важно сопоставить мощности перерабатывающих предприятий, предполагаемую долю рынка и объемы производства сырья (принцип пропорциональности). Так нецелесообразно включение в состав числа участников большого количества производителей сырья, совокупный объем производства которых значительно превышает мощности по переработке:

$$\sum Q_i - (\sum Q_k \max + \Delta Q_k) \leq Q_i \min \quad (1)$$

где: i – количество производителей сельскохозяйственной продукции, входящих в состав ИС; Q_i – производство сырья, предназначенного для переработки конкретным сельхозтоваропроизводителем; k – количество переработчиков сельскохозяйственной продукции, входящих в состав ИС; $Q_k \max$ – максимальная мощность переработки конкретного предприятия, цеха на текущий момент; ΔQ_k – планируемый прирост мощностей по переработке на ближайшую перспективу; $Q_i \min$ – предприятие с наименьшим объемом производства сырья из числа участников ИС.

В свою очередь мощности по переработке должны быть сопоставимыми с долей рынка производимой продукции:

$$\sum Q_k \max + \Delta Q_k \approx D_p \quad (2)$$

где: D_p – оцениваемая доля рынка ИС в ценовом или натуральном выражении.

При анализе финансовой устойчивости нужно ориентироваться на правило, в соответствии с которым суммарное отклонение каждого из трех основных коэффициентов платежеспособности от нормативов не должно быть ниже нуля:

$$\sum (K_{ni} - K_{нб}) \geq 0 \quad (3)$$

K_{ni} – коэффициент платежеспособности для (K_1, K_2) для конкретного участника; K_{nb} – норматив коэффициентов.

Для K_3 – коэффициента обеспеченности обязательств активами формула имеет вид:

$$\sum (K_{nb} - K_{ni}) \geq 0 \quad (4)$$

4) При выборе формы интеграции необходимо исходить из ожидаемого эффекта и круга потенциальных участников. Так, если в соответствии с «картой интересов» достаточным является эффект 1-го уровня, то нет необходимости в создании, формировании новой (отдельной) структуры. Достижение эффектов 2 и 3 уровней подразумевает выбор между ассоциациями, холдингами, кластерами, концернами с учетом всех особенностей (в том числе и правовых) их функционирования и создания. И, наоборот, при выборе одного из указанных вариантов интеграции не стоит ожидать максимального эффекта (4-го уровня). Эффект 4-го уровня подразумевает чаще всего максимально близкую интеграцию. В этом случае следует проработать вопрос о поглощении или слиянии субъектов чаще всего с потерей статуса юридического лица [7].

5) Исключительно важно согласовать вариант справедливого распределения совместных доходов, на основе рассмотренных в предыдущем разделе подходов. Помимо описанных направлений совершенствования экономических взаимоотношений участников интеграционных структур нужно отметить еще один вариант преодоления диспаритета в распределении дохода и активизации предпринимательской инициативы. Речь идет о практике наделения (передачи) акций перерабатывающей организации производителям сельскохозяйственного сырья с учетом вклада каждого участника – например пропорционально поставленной продукции. Это позволит сельскохозяйственным предприятиям стать полноценными участниками всего процесса движения продовольствия, что, по нашему мнению, является справедливым, создаст дополнительную заинтересованность в конечных результатах. Указанные факторы в совокупности позволят достичь высокого уровня взаимных интересов (в соответствии с разработанной «картой интересов»), что в свою очередь является основным источником эффекта от интеграции. Нужно отметить, что данный подход нашел отражение в первой в истории суверенной Республики Беларусь государственной программе в аграрной сфере «Программа реформирования АПК», как один из главных инструментов перехода к рыночным отношениям и оживлению аграрной экономики, но по многим причинам не был в полной мере реализован.

6) Помимо проработки вариантов заинтересованности субъектов, участвующих в интеграционных процессах всех уровней нужно разработать действенную систему стимулирования оплаты труда работников. Для этого целесообразно использовать современные прогрессивные системы оплаты труда, в том числе: «Импрошейр», «Раккера», «Скэнлон» и др. Разработка действенной системы для каждой из категории работников положительно скажется на производительности труда и будет способствовать максимизации синергетического эффекта от интеграции [8].

7) Разработку системы показателей для контроля, корректировки и управления основными процессами в интеграционном формировании. Показатели, охватывающие различные стороны деятельности интеграционных формирований должны быть адресными и доводиться до соответствующих руководителей, подразделений, работников. Одним из наиболее удачных инструментов в данном направлении можно считать сбалансированную систему показателей (ССП, Balanced Scorecard, BSC). Преимуществом системы является детальная проработка 4-х основных блоков: финансы – клиенты – бизнес-процессы – кадры, по каждому из которых определяются стратегические цели, ключевые показатели и ответственные сотрудники за конкретные направления.

Проиллюстрировать указанные рекомендации можно на примере проектирования интеграционных отношений субъектов агробизнеса Горецкого района Могилевской области. Нужно отметить, что несмотря на то, что район является одним из центров аграрной науки, сложилась достаточно парадоксальная ситуация. Реальный сектор экономики района, особенно сельскохозяйственная отрасль, имеют «не выдающиеся» показатели эффективности: средний уровень рентабельности по сельскохозяйственным организациям за 2019 год составил – 3,1 % без учета государственной поддержки. Достаточно невысоким является и уровень жизни населения: уровень номинальной начисленной заработной платы по району за 2019 составила 76 % к республиканскому уровню и 89 % к областному за соответствующий период. Агропромышленный сектор Горецкого района представлен восьмью сельскохозяйственными организациями, молокоперерабатывающим заводом ОАО «Молочные Горки», хлебоприемным предприятием – ЧПУП «Горецкий Элеватор», льнозаводом ОАО «Горкилен», а также некрупными частными субъектами.

Одним из выходов из сложившейся ситуации может стать вовлечение в интеграционные процессы субъектов агропромышленного сектора района. Учитывая проведенные исследования и вытекающие из них рекомендации, перспективными формами интеграции могут быть вертикально интегрированные холдинг, кластер. Упомянутые формы в данном контексте имеют свои достоинства и недостатки (рис. 1). Анализируя указанные черты обеих форм сложно сделать однозначный выбор, так как одно из основных преимуществ кластерной модели – возможность включения в ее состав более широкого круга участников, в том числе государственных органов и учреждений образований, последнее особенно актуально для исследуемого района. С другой стороны сложности понимания менеджментом места и роли в структуре могут сильно препятствовать эффективности интеграции. Выход видится в поэтапном интегрировании субъектов сначала в холдинг, а затем создание кластера для расширения круга участников. Данный вариант возможен, т.к. в состав кластера может входить в том числе и холдинговое объединение.

Возможные формы интеграции	Преимущества (характеристика)	Недостатки
Холдинг	<ul style="list-style-type: none"> – более жесткая определенная форма, имеющая в основе специальную нормативно-правовую базу – наличие «встроенного» механизма распределения доходов, основанного на формировании централизованного фонда – более простая и понятная иерархия 	<ul style="list-style-type: none"> – возможность включения в состав ограниченного перечня участников: только хозяйственных обществ и унитарных предприятий – более сложная процедура формирования, связанная с необходимостью передачи части акций (уставного фонда) управляющей компании
Кластер	<ul style="list-style-type: none"> – более мягкая по сравнению с холдингом форма интеграции – возможность включения в состав расширенного перечня участников, в т.ч. частный бизнес, КФХ, некоммерческие организации... 	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие достаточного количества примеров и опыта в сфере аграрного бизнеса в Республике Беларусь – недостаточно четко сформулированная законодательная база – возможные сложности участников в понимании целесообразности вхождения в состав кластера

Рис. 1. Преимущества и недостатки холдингового и кластерного варианта интеграции в Горьком районе

Исследования показывают, что кластерная форма – одна из наиболее перспективных и популярных в мире в последние годы. Преимущества кластерного подхода, как фактора повышения конкурентоспособности экономики широко используется в развитых и развивающихся странах, а также в странах с переходной экономикой (Словении, Венгрии, Украине, Казахстане и др.). Отличительной особенностью кластеров является: во-первых – объединение организаций на основе не отраслевой, а региональной принадлежности, во-вторых – возможность вхождения в состав кластера не только коммерческих организаций, но и научных учреждений, ВУЗов, органов государственного управления.

Опыт создания кластеров во многих странах свидетельствует об эффективности деятельности данных структур и в аграрной сфере. Так, например, В. Г. Гусаков отмечает, что в условиях глобализации экономики наличие ресурсных преимуществ не является залогом успешного существования в конкурентной среде. Автор утверждает, что кластерные формы организации производства, представляющие собой систему взаимовыгодных отношений продуктивных структур на региональном и международном уровнях, эффективнее традиционного бизнеса [1].

Если говорить об организации деятельности кластера, то существуют два принципиальных подхода к формированию и организации его деятельности.

1. Заключение между участниками кластера договора простого товарищества (договора о совместной деятельности), в рамках которого будет осуществляться скоординированная деятельность в интересах всех участников кластера по ряду направлений. При этом из состава руководителей участников формируется совет кластера, но специальный аппарат, выполняющий функции центра кластерного развития, не создается;

2. Создание участниками кластера помимо совета кластера отдельного юридического лица либо возложение функций на действующее, которое будет являться организацией кластерного развития. Организация кластерного развития может создаваться в форме хозяйственного общества, либо выбираться из числа предполагаемых участников [2,3]. В качестве организации кластерного развития рекомендуется выбрать ООО «Технопарк «Горки», которое будет выполнять следующие функции:

- организацию взаимодействия участников кластера между собой;
- координацию разработки и выполнения кластерных проектов, в том числе инновационных;

– организацию управления и эксплуатацию объектов специализированной инфраструктуры кластера в интересах всех участников кластера.

Таким образом, организация кластерного развития выступает в качестве управляющей компании по развитию кластера, обеспечивающей организацию выполнения решений совета кластера, а также реализацию кластерного проекта.

Анализ рассмотренных подходов позволяет сделать вывод, что первый является менее актуальным для сферы аграрного бизнеса, поскольку, в соответствии с ограничениями, налагаемыми нормами главы 54 «Простое товарищество» Гражданского кодекса Республики Беларусь, предполагает участия в составе кластера только индивидуальных предпринимателей и (или) коммерческих организаций. Тем самым исключается вхождение в кластер учреждений науки [6].

А как раз взаимодействие науки с реальным сектором экономики, по нашему мнению, и является основой для наиболее полной реализации потенциала, рассматриваемого типа объединений применительно к агробизнесу.

Таким образом, в общем виде перспективный сценарий развития интеграционных процессов в Горецком районе видится следующим образом:

- – вначале предлагается создать холдинг на базе молокоперерабатывающего предприятия ОАО «Молочные горки» и сельскохозяйственных предприятий района как основу, костяк предприятий реального сектора.

- – в качестве управляющей компании холдинга рекомендуется создать отдельное предприятие. Т.к. определение в качестве таковой молокоперерабатывающего предприятия законодательно не позволит иметь дочерним предприятиям акции управляющей компании как вариант преодоления диспаритета экономических взаимоотношений, описанный выше в рекомендациях.

- – в соответствии с 3-ей рекомендацией все 8 крупных сельскохозяйственных организаций возможно включить в состав холдинга, при этом, при производстве молока на уровне 2019 года они смогут обеспечить до 50% загрузки мощностей ОАО «Молочные Горки», что создает предпосылки для наращивания производственного потенциала сельскохозяйственных организаций в будущем.

- – создание кластера с разработкой и корректировкой стратегии, направленной в первую очередь на развитие инновационной деятельности с замкнутым циклом производства. В предлагаемый кластер на начальном этапе целесообразно включить созданный холдинг, РПТУП «Горецкий элеватор», который может обеспечивать предприятия в т.ч. и качественными экструдированными кормами, УО «БГСХА», ООО «Технопарк «Горки» в дальнейшем список может быть расширен исходя из выбранной стратегии, перспектив развития кластера.

- В качестве организации кластерного развития рекомендуется выбрать управляющую компанию холдинга, которая будет выполнять следующие функции:

- организацию взаимодействия участников кластера между собой;

- координацию разработки и выполнения кластерных проектов, в том числе инновационных;

- организацию управления и эксплуатацию объектов специализированной инфраструктуры кластера в интересах всех участников кластера.

Для успешного функционирования предлагаемой структуры исключительно важными являются следующие обстоятельства:

- преимущества предлагаемого формирования должны оценить, чтобы впоследствии использовать руководители всех потенциальных организаций-участников. Кластер не должен рассматриваться и восприниматься ими как исключительно новомодный лозунг. Понимание его сущности должно сводиться к тому, что расположенные в достаточной географической близости субъекты, сохраняя свою независимость, объединяют усилия с другими организациями, чтобы повысить конкурентоспособность бизнеса. Реализации данных требований будет способствовать разработанная сбалансированная система показателей применительно к проектируемой структуре (табл. 1)

- наличие заинтересованности (в том числе материальной) участников в ее деятельности. В этой связи нельзя замалчивать и откладывать обсуждение вопроса материального вознаграждения. На начальном этапе создания кластера необходимо определить и разработать порядок и способы вознаграждения в первую очередь ученых и специалистов, которые будут осуществлять мониторинг, консультирование, заниматься научными исследованиями по заказу участников кластера (по средствам заключения хозяйственных договоров на проведение научных исследований, договора подряда, прамирования и т. д). Справедливо, если во много оплата будет зависеть от результатов внедренных работ, методик.

Таблица 1. Сбалансированная система показателей для функционирования кластера в Горецком районе

Блоки	Стратегические цели	Стратегические задачи	Ключевые показатели (KPI)	Ответственные
Финансы (Финансовая устойчивость, экономическая эффективность ИС)	Обеспечение финансовой устойчивости и экономической эффективности участников ИС	Платежеспособность участников	Коэффициенты платежеспособности.	Организация кластерного развития, совет кластера, руководители
		Рост экономической эффективности деятельности ИС.	Рентабельность продукции, продаж, инвестиций	
Клиенты	Завоевание новых рынков сбыта в т.ч. зарубежных	Рост объема продаж, расширение ассортимента	Выручка, доля рынка коэффициент широты, обновления ассортимента	отдел сбыта ОАО «Молочные Горки», управляющая компания холдинга
		Расширение собственной торговой сети	Количество фирменных магазинов	
Бизнес-процессы (производственно-коммерческая деятельность, интеграционный эффект)	Производство качественного сырья, реализация качественной продукции конечному потребителю	Повышение эффективности с/х производства	Урожайность основных культур, продуктивность животных	УО «БГСХА», ООО «Технопарк Горки», руководители, заместители по производству, специалисты, сбытовые службы
		Повышение эффективности переработки	Загруженность производствен. мощностей, количество привлекаемых инвестиции	
		Повышение эффективности сбытовой деятельности	Доля фирменной торговли в объеме реализованной продукции, %	
	Слаженная, взаимовыгодная работа субъектов	Проявление синергетического эффекта	доля внутренних расчетов, прирост амортизационных отчисл.	Совет кластера, управляющая компания
Кадры	Высокая культура производства, понимание сущности интеграционных процессов	Обучение, повышение квалификации и материальное стимулирование персонала, в том числе на основе внедрения передовых систем оплаты труда	Процент работников с высшим образованием	УО «БГСХА», совет кластера руководители предприятий
			Удельный вес ЗП в общих расходах	
			Производительность труда	
			Уровень заработной платы	

Заключение

Таким образом, используя сформулированные рекомендации предложен перспективный сценарий развития интеграционных процессов в Горецком районе Могилевской области. Перспективное направление видится в создании холдинга, включающего перерабатывающее и сельскохозяйственные предприятия, а позднее формирования кластера на его основе, что позволит использовать преимущества обеих форм интеграции. Формирование агропромышленного кластера видится наиболее логичным, перспективным и одновременно инновационным путем развития Горецкого района Могилевской области: действенная интеграция науки с реальным сектором экономики способна дать мощный толчок для раскрытия имеющегося потенциала, как за счет общих объективных преимуществ интеграционных структур, так и специфических для кластера. Одним из ключевых моментов при обосновании и проектировании данной структуры видится роль менеджмента в аспекте четкого понимания преимуществ кластерной формы и роли каждого участника в ней. Эффект от создания такого объединения видится не только в повышении экономической эффективности субъектов аграрного бизнеса района (за счет согласованной их деятельности в том числе на основе сотрудничества с ведущим аграрным вузом), но и расширении возможности практического приложения научных разработок ученых, (что может значительно повысить мотивацию их труда), создании предпосылок для коммерциализации научных идей и разработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механизмы устойчивого сбалансированного развития продуктовых структур в рамках кластерного институционального пространства продовольственной системы Евразийского экономического союза / В. Г. Гусаков, [и др.] // Вести Национальной академии наук Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 4–18.
2. Крупский, Д. М. Руководство по созданию и организации деятельности кластеров в Республике Беларусь / Д. М. Крупский, А. Э. Омарова, Т. В. Хвалько; под ред. Т. П. Быковой. – Минск: Совет по развитию предпринимательства в Республике Беларусь, 2015. – 162 с.
3. Об утверждении Концепции формирования и развития инновационно–промышленных кластеров в Республике Беларусь: Республики Беларусь и мероприятий по ее реализации, 16 января 2014 г. № 27 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «Юр-Спектр», Национальный центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – Дата доступа: 14.05.2019.
4. О Государственной программе «Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь»: постановление Совета Министров Республики Беларусь 23.02.2016 г., № 149/ Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600149>. – Дата доступа: 03.05.2019.
5. Подлипский, А. И. Оценка эффективности деятельности интеграционных структур в агропромышленном комплексе Республики Беларусь / А. И. Подлипский // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси: Сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 2, Горки, 4–5 февраля 2021. – С. 98–104.
6. Подлипский, А. Организационно-практические аспекты формирования и функционирования агропромышленных кластеров в Беларуси / А. И. Подлипский // Современная аграрная экономика: наука и практика: Материалы международной научно-практической конференции, под ред.: И. В. Шафранская [и др.]; г. Горки / БГСХА. – Горки, 2019. – С. 210–215.
7. Фрейдин, М. З. Обоснование целесообразности и выбор форм интеграции субъектами агробизнеса Республики Беларусь / М. З. Фрейдин, А. И. Подлипский // Аграр. экономика. – 2021. – № 1. – С. 53–61.
8. Подлипский, А. И. Подходы к проблеме распределения доходов между участниками агропромышленных объединений / А. И. Подлипский // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – №3. – С. 34–39.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ БЕЛОРУССКИМИ АГРАРНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

Н. Н. МИНИНА

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

(Поступила в редакцию 15.07.2022).

Переход к инновационному типу экономики, при котором основная доля валового внутреннего продукта обеспечивается производством и реализацией наукоемкой продукции, обуславливает появление интереса к обеспечению устойчивого развития государства, регионов и организаций за счет внедрения инноваций. В статье приведен обзор некоторых важных разрабатываемых, внедряемых и уже широко используемых программных продуктов, информационных систем, других цифровых решений, необходимых для эффективного функционирования отрасли животноводства Республики Беларусь. Рассмотрены отдельные знаковые разработки при внедрении элементов точного животноводства, систем автоматизации, информационно-аналитических систем в сельском хозяйстве. Изучен опыт передовых сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, успешно использующих инновации в своей деятельности, что способствует росту их устойчивости. Обсуждаются получаемые аграрными организациями новые возможности и преимущества от использования различных цифровых решений в области животноводства.

Цифровизация управления в сельском хозяйстве Беларуси позволит построить оптимальную систему производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации продукции, регулировать производственные процессы в оптимальные сроки и наименьшими издержками, использовать машины, совместимые с информационными системами и программным обеспечением, исключая негативное влияние человеческого фактора на результаты производства. Внедрение в практику рассмотренных цифровых технологий, лежащих в основе современных систем управления и оптимизации технологических процессов в сельском хозяйстве, позволит получить нужную информацию для принятия решений, оптимизировать ресурсы, снизить себестоимость продукции, увеличить производительность труда и конкурентоспособность продукции, повысить уровень привлекательности аграрного сектора для инвесторов и потенциальных работников и устойчивости отрасли животноводства Республики Беларусь.

Ключевые слова: *устойчивость производства, инновации, автоматизация, цифровизация, эффективность.*

The transition to an innovative type of economy, in which the main share of the gross domestic product is provided by the production and sale of science-intensive products, causes the emergence of interest in ensuring the sustainable development of the state, regions and organizations through the introduction of innovations. The article provides an overview of some important developed, implemented and already widely used software products, information systems, and other digital solutions necessary for the effective functioning of the livestock industry of the Republic of Belarus. Some significant developments in the implementation of elements of precision animal husbandry, automation systems, information and analytical systems in agriculture are considered. The experience of leading agricultural organizations of the Republic of Belarus, which successfully use innovations in their activities, which contributes to the growth of their sustainability, has been studied. The new opportunities and benefits obtained by agricultural organizations from the use of various digital solutions in the field of animal husbandry are discussed.

Digitalization of management in agriculture in Belarus will make it possible to build an optimal system for the production, storage, transportation, processing and sale of products, to regulate production processes in the optimal time and at the lowest cost, to use machines that are compatible with information systems and software that excludes the negative impact of human factor on production results. The introduction into practice of the considered digital technologies, which underlie modern management systems and optimization of technological processes in agriculture, will provide the necessary information for decision-making, optimize resources, reduce production costs, increase labor productivity and competitiveness of products, increase the level of attractiveness of the agricultural sector for investors and potential employees and the sustainability of the livestock industry of the Republic of Belarus.

Key words: *production sustainability, innovation, automation, digitalization, efficiency.*

Введение

В научной литературе проблеме устойчивости организаций уделяется значительное внимание. При этом основной акцент нередко сделан на экономической составляющей устойчивости [1]. Для повышения устойчивости организаций важное значение имеют инновации.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО) (англ. Food and Agriculture Organization, FAO), к 2050 г. в городах будет жить 66 % населения планеты, спрос на продовольствие вырастет на 50 %, количество потребителей увеличится на 3 млрд людей, на 31,8 % снизится число работников АПК в развитых странах, на 32,8 % – в развивающихся. Рост спроса на продовольствие при ограниченности сельскохозяйственных угодий обуславливает необходимость интенсификации аграрного производства, которая невозможна без внедрения инноваций.

Инновационная деятельность в Республики Беларусь регулируется следующими нормативно-правовыми актами (НПА): Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы (утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 59 от 1 февраля 2021 г.),

Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы (утверждена Указом Президента Республики Беларусь № 348 от 15 сентября 2021 г.), Стратегия устойчивого развития Могилевской области на период до 2035 года (одобрена протоколом областной рабочей группы по устойчивому развитию № 2 от 29 декабря 2020 г., решением президиума Могилевского областного Совета депутатов № 8-10 от 23 ноября 2020 г.). В указанных НПА инновациям отводится особая роль в повышении эффективности АПК.

Переход к цифровой экономике – движущая сила в производстве продукции животноводства. Программа Союзного государства России и Беларуси «Разработка цифровых технологий и комплекса автоматизированных машин и оборудования для молочного животноводства» («Интеллектуальная ферма Союзного государства»), разрабатываемая в настоящее время, направлена на ускорение процесса цифровизации АПК. В соответствии с ней будут построены фермы с потенциалом 9000 кг молока в год от коровы, суточными привесами КРС на откорме не менее 1100 г.

В Беларуси создана госинфосистема идентификации, регистрации, прослеживаемости сельхозживотных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения ГИС «АИТС». В дополнение к ней разработаны функциональные комплексы: «АИТС-Прослеживаемость» и «АИТС-Ветбезопасность». С 2021 г. начата работа по пресечению использования незаконных схем перемещения белорусской продукции через территорию России. Путем формирования в автоматическом режиме транзитных уведомлений с использованием «АИТС-Ветбезопасность» на межгосударственном уровне реализован пилотный проект по обеспечению учета и контроля перемещения подконтрольных товаров белорусского производства из Беларуси в адрес получателей стран ЕАЭС. Ведется работа по интеграции информационных систем с Казахстаном, Азербайджаном и КНР. На сайте Минсельхозпрода размещены информационные поисковые системы «Техсервис» и «Ветснаб», позволяющие аграриям облегчить поиск запасных частей к сельскохозяйственной технике и ветеринарных препаратов, предлагаемых предприятиями-изготовителями и их дилерами [2].

Применение инноваций в сельском хозяйстве обеспечивает рост производительности труда, снижение себестоимости и повышение качества и конкурентоспособности продукции, способствует решению проблемы продовольственной безопасности страны.

Цель исследования – применение инноваций в животноводстве белорусскими аграрными организациями как направление повышения их устойчивости.

Основная часть

Применялись общенаучные и частные методы и приемы исследования. Использовались работы отечественных и зарубежных ученых.

Российские и белорусские аграрные организации используют различные инновации в животноводстве. Так, инновации, обеспечивающие увеличение средних удоев коров, подразумевают совершенствование кормления и кормовых рационов (планирование индивидуальных рационов кормления животных (с учетом продуктивности, веса и т. п.), программы оптимизации рационов, система орошения кормового стола, автоматические подталкиватели кормов, применение кормовых добавок (премиксов, витаминных комплексов)); технологии поения; способов содержания животных и технологии доения коров (использование системы доения с помощью роботизированной техники, системы интеллектуального управления процессом доения); автоматизацию управления стадом (контроль физиологического состояния животных, компьютерный учет продуктивности коров, дозирование комбикормов кормов в соответствии с реальной продуктивностью, датчики активности и руминации, селекционные ворота, УЗИ-сканеры). Так, система орошения используется для охлаждения коров в жаркое время года с целью недопущения снижения их продуктивности и устанавливается в местах, где с наибольшей вероятностью могут находиться животные, например, у кормового стола. Автоматические подталкиватели кормов способствуют росту поедаемости корма, поскольку каждая корова в стаде имеет доступ к свежему корму в любое время суток при минимальных затратах труда человека; улучшению доступа к корму для коров с низким рангом в стаде; улучшению усвоения корма; снижению потребности в скотниках (экономия фонда заработной платы) и потери корма; росту продуктивности стада (можно получить дополнительно от 0,4 л в сутки вплоть до 1 л в сутки с коровы) [3; 4, с. 133–136].

Для совершенствования породно-племенных качеств используемых животных практикуют межпородное скрещивание животных, завоз племенного молодняка лучших мировых пород, применение технологий искусственного осеменения коров, семени лучших быков-производителей, пересадку эмбрионов от высокоудойных молочных коров и др. С целью совершенствования воспроизводства стада используются инновации, направленные на совершенствование способов выявления охоты коров

(датчики определения охоты) и технологии искусственного осеменения коров (секстированное семя), отбор для получения эмбрионов коров-доноров, стимуляцию у них множественной овуляции и использование метода трансплантации эмбрионов.

В кормопроизводстве совершенствуются методы оценки качества производимых кормов, технологии консервирования кормов, применяются химические, биологические препараты, обеспечивающие сохранность и обогащение силоса, сенажа, новые способы заготовки концентрированных кормов, энергосберегающая техника для производства, заготовки кормов. Применяются также инновации, способствующие оптимизации микроклимата и комфортности содержания КРС (предусматривающие обеспечение оптимальной циркуляции воздуха в помещениях, оптимизацию освещенности, улучшение гигиены содержания и комфортности мест отдыха животных [4, с. 133–136].

Цифровизация животноводства позволяет объединить, систематизировать и обработать данные, поступающие от «умных» систем доения; датчиков активности животных; «сканеров упитанности»; чипированных животных; приборов, анализирующих качество продукции (например, молока); коров, улучшение конверсии корма. Пример – недопущение потерь молока (7–15 %) из-за кормоцехов, кормостанций, кормораздатчиков; автоматических цифровых весов; систем поения животных и микроклимата; других видов интеллектуальных устройств и техники. Так, измерение, сбор, хранение и анализ данных электропроводности, других показателей биохимии молока в процессе доения, температуры различных частей тела животных, их активности, упитанности и живой массы дают возможность оперативно скорректировать рацион; диагностировать на ранних стадиях кетоз, мастит, ацидоз и другие болезни; подобрать наилучшие сроки для осеменения коров. Это обеспечивает рост надоев, выхода телят, сокращение затрат на осеменение, лечение животных, убытка от выбраковки несвоевременного обнаружения субклинического мастита [5, с. 110].

Существенным моментом при разработке систем управления в животноводстве является автоматизация кормления животных, поскольку стоимость кормов составляет 30–50 % от себестоимости продукции. Применение точных систем управления кормлением позволяет экономить каждый день 4 % стоимости корма и сократить остатки на 1 %. Пример системы точного управления кормлением скота, позволяющей контролировать затраты на кормление, увеличить объем производства и эффективность, – система TRM Tracker компании Digi-Star [6]. Еще одна система управления кормлением – V-DAIRY Feeder компании Bernard van Lengerich Maschinenfabrik GmbH & Co. KG (Германия) – работает с кормосмесителями через интернет, позволяет осуществлять кормление с документальным подтверждением [7].

В российских разработках автоматизированной системы управления фермой применяется принцип модульности, поскольку при сбое в одном модуле остальные продолжают работать. Одна из таких систем включает одиннадцать подсистем (модулей): измерения температуры, определения веса каждого животного; измерения индивидуального объема надоенного молока; индивидуальной подкормки микроэлементами и витаминами; сортировочных ворот; учета количества вошедших на ферму и вышедших из нее животных при помощи радиометок и др. [8, с. 27]

Российской организацией ООО «КОНЦЕПТ» создан программный модуль «Оперативный учет на фермах КРС» для «1С: Управление производственным предприятием» на базе «1С: Предприятие 8» для управления воспроизводством стада; количественно-вещного учета КРС; анализа здоровья стада; учета кормов и рационов кормления животных; учета надоя и расхода молока; расчета оплаты труда сотрудников на основе показателей работы предприятия. Указанный программный модуль интегрирован в комплексную отраслевую ERP систему – «ЦПС: АгроХолдинг», что позволяет сопоставлять план с фактом, контролировать производственные показатели, переносить данные в подсистему бухгалтерского учета [9].

Применение технологии радиочастотной идентификации (англ.: Radio-frequency identification (RFID)) в животноводстве позволяет решать различные производственные и управленческие задачи (от учета поголовья скота и контроля его перемещения до вакцинации и оптимизации селекционной работы), что ведет к сокращению затрат труда, уменьшению числа ошибок из-за человеческого фактора, росту конкурентоспособности продукции и прибыли аграрных организаций [10].

Передовые аграрные организации Республики Беларусь для достижения высоких показателей продуктивности в молочном и мясном скотоводстве (удои – 10000–12000 кг, привесы КРС – свыше 1000 г) и свиноводстве (привесы свиней – свыше 800 г) реализуют различные инновации. Так, в СПК «Агрокомбинат Снов» создано полноценное стадо голштинской породы (сначала использовали генетический материал лучших быков из Канады, Германии, Голландии, затем стали брать семя на Невсвижском племпредприятии, осуществляется вымывание эмбрионов у выдающихся коров и их

трансплантацией телкам, пересадка производится свежесмытыми и замороженно-оттаянными эмбрионами, осеменение животных «секстированной» (разделенной по полу) спермой), рационы формируются с помощью специальной компьютерной программы, внедрена специальная система для ночного и дневного освещения коровников, благоприятный микроклимат и вентиляцию в помещениях регулирует компьютер, автоматическое распознавание обслуживаемых животных, автоматическое управление процессом доения и компьютеризованным мониторингом лактационно-физиологического состояния скота. На МТК «Друцковщина» коровы доятся роботами. Кормление телят частично проводится роботами. На МТФ «Новый Снов» стоят видеокамеры, позволяющие оценить действия каждого оператора машинного доения, сделать при необходимости корректировки.

Для СПК имени Деньщикова Гродненского района характерно точное соблюдение научных рекомендаций содержания, доения и кормления животных (качество кормов контролируется по 30 показателям, имеются свои комбикормовые цеха), применяются своеобразные подходы к использованию кормов (часть кукурузы высевают вместе с подсолнечником, в рационах есть зеленоукозная рожь и сурепица, на корм используется люцерна и морковь). В УП «Молодово-Агро» Ивановского района работа направлена на улучшение генетического потенциала стада (от коров с надоями 12–13 тыс. кг пересаживают эмбрионы животным с меньшими показателями, ведется покупка за рубежом высококачественного скота), улучшение кормовой базы (выращивание новой кормовой культуры – силфии пронзеннолистной). В КСУП «Брилево» Гомельского района содержат белорусских голштинов, которые сочетают производительность голштинской и адаптацию черно-пестрой породы. Филиал СХК ЗАО «ВИТЭКС» Узденского района акцентирует внимание на совершенствовании селекционно-племенной работы. В КСУП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района ведется работа по улучшению генетического потенциала стада. В СПК «Свислочь» Гродненского района готовятся полнорационные многокомпонентные смеси, балансируются рационы по питательным веществам и происходит обогащение кормов витаминами и минеральными добавками, осуществляется племенная работа (сформировано чистопородное голштинское стадо). В СПК «Лариновка» Оршанского района осуществляется заготовка высококачественных кормов, по собственной рецептуре готовится комбикорм, в состав которого входят богатый белками соевый шрот, кукуруза, премиксы, соблюдение технологии содержания, кормления и доения, ведется селекционная работа (имеется чистопородное голштинское поголовье). В ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» Дзержинского района применяются рескаунтеры, в УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района – цифровое оборудование для выявления коров в охоте. СПК «Отечество» Пружанского района, КСУП «Урицкое» Гомельского района выращивают КРС для получения «мраморного» мяса.

В Республиканском дочернем унитарном предприятии по племенному делу «ЖодиноАгроПлем-Элита» имеются племенная репродукторная ферма (нуклеус) на 500 основных свиноматок с выращиванием племенного молодняка для племенных хозяйств страны, опытно-экспериментальная свиноводческая ферма-школа для проведения подготовки и переподготовки кадров, цех по производству кормовых добавок, цех по производству комбикормов с использованием местных сырьевых ресурсов, ряд объектов инновационного типа в ветеринарии.

Перспективными инновациями в животноводстве являются следующие.

1. Система искусственного интеллекта (ИИ) для ферм. Система ИИ проводит онлайн-мониторинг процесса производства молока; следит за стадом: болезнями, выбытием, воспроизводством; определяет факторы (температуру, рационы и др.), влияющие на производство; формирует аналитические отчеты; прогнозирует поголовье и производство молока; выстраивает системы мотивации персонала на основе производственных данных. По индивидуальному номеру коровы доступны все данные по каждому животному. Если животные не вовремя пришли на дойку, у них недостаточно еды, воды, есть проблемы со здоровьем, программа уведомит об этом ответственных работников. Программа обеспечивает целесообразный состав рациона и рассчитывает, во сколько обойдется кормление каждой коровы. Температурные датчики устанавливаются, сколько энергии требуется животному. Когда становится теплее, программа дает сигнал о том, что усиленный ранее рацион можно ослабить. На комбикормовом заводе можно установить камеры видеоидентификации, контролирующие своевременность и порядок загрузки кормов на кормораздаче. Данные полезны для ветеринаров, зоотехников, работников складских помещений, отдела закупок и бухгалтерии.

2. Дополненная реальность для ферм. С помощью специальных ошейников система собирает информацию о коровах. Фермер может узнать о состоянии животного, посмотрев на него через стекло очков с дополненной реальностью от голландской компании Nedap. На экране доступны данные по репродуктивной системе, показателям здоровья и температуре. По мере того, как фермер двигается

по коровнику, информация адаптируется к его движениям и возникает над головой животного в удобном формате. Если фермеру нужно сделать какую-то отметку, то с помощью голосовых команд или жестов он передает свое решение в систему. Это позволяет фермеру не отвлекаться от привычных дел в коровнике и не ждать других сотрудников, чтобы передать им информацию.

3. Точная генетика. Фермеров интересует создание животных, которые бы давали больше молока при такой же продолжительности жизни и не были восприимчивы к неблагоприятным климатическим условиям (например, к высоким температурам) и болезням, с необходимыми характеристиками (например, без рогов, чтобы животные не поранили друг друга). С помощью новых технологий ученые меняют ДНК животных так, что в результате улучшаются нужные показатели и блокируются нежелательные характеристики. Коровы рождаются здоровыми, им не требуется постоянное медицинское наблюдение. Это приводит к сокращению распространения серьезных эпидемий, которые ведут к массовому падежу скота и финансовым потерям аграрного сектора.

4. Спектрометр для кормов. С помощью портативного спектрометра от израильской компании SCIO можно быстро проверить корм в полевых условиях, в силосной яме или ангаре. Прибор определяет влажность, сухое вещество, белок, энергетическую ценность и жиры. Результаты анализа владелец видит в своем телефоне.

5. Электричество из навоза. Система California Bioenergy собирает отходы ферм и с помощью анаэробного реактора расщепляет их на органические вещества и биогаз, который подходит для заправки автобусов, грузовиков и некоторых легковых автомобилей. Новая технология также позволяет фермерам использовать биогаз для получения из него электричества для собственных нужд [11].

Заключение

Задачу существенного повышения производительности труда в сельском хозяйстве можно решить в рамках моделей, базирующихся на IoT. Опыт передовых зарубежных и отечественных сельскохозяйственных организаций свидетельствует о том, что внедрение инноваций, осуществление инвестиций позволяет повысить конкурентоспособность продукции, обеспечить рост показателей эффективности производства, улучшение финансового состояния, а значит, стимулировать экономический рост. Следовательно, реализация рассмотренных выше инноваций обеспечит повышение устойчивости отрасли животноводства Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пакуш, Л. В. Разработка стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Беларусь / Л. В. Пакуш, А. Г. Ефименко // Никоновские чтения. – Москва: Всероссийский институт аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова, 2019. – С. 391–392.
2. Цифровизация и точное земледелие: Беларусь внедряет новые технологии в сельское хозяйство. – Сайт БЕЛТА. 25 февраля 2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by>. – Дата доступа: 25.05.2022.
3. Роботы-пододвигатели кормов – зачем нужны и какие бывают? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gsagro.by>. – Дата доступа: 24.05.2022.
4. Минина, Н. Н. Инновации как направление повышения устойчивости отрасли скотоводства Республики Беларусь / Н. Н. Минина // Проблемы экономики: сб. науч. тр.; Гл. ред. Л. В. Пакуш. – Горки: БГСХА, 2019. – № 2 (29). – 251 с. – (С. 132–146).
5. Суровцев, В. Н. Освоение цифровых технологий как основа стратегии развития молочного скотоводства / В. Н. Суровцев // АПК: Экономика, управление. – 2018. – № 9. – С. 108–117.
6. TMR Tracker: Строгий контроль кормления КРС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://novagrotec.ru>. – Дата доступа: 23.05.2022.
7. Система контроля процесса кормления CONNET: проспект: Bernard van Lengerich Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, б/г. – 10 с.
8. Волков, Г. А. Автоматизированная система управления фермой / Г. А. Волков, К. Р. Назарова, В. Т. Изиков // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам XIV междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд. «МЦНО», 2018. – № 5 (14). – С. 25–29.
9. Программный модуль «Оперативный учет на фермах КРС» для «1С: Управление производственным предприятием» на базе «1С: предприятие 8». Руководство пользователя. – М.: ООО «Концепт», 2018. – 118 с.
10. ИТ в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/TD9F4>. – Дата доступа: 14.05.2022.
11. Искусственный интеллект и дополненная реальность: пять новых технологий, которые меняют молочное животноводство [Электронный ресурс]. – Milknews – Новости молочного рынка. 15 июля 2019 г. – <https://milknews.ru>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ МАРКЕТИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Е. И. БЕКИШ

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

Е. Е. МАНТУР

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

(Поступила в редакцию 15.07.2022)

В ситуации самоизоляции, вызванной эпидемией, и кризиса в деятельности организаций роль маркетинга возрастает. Поиск неиспользуемых резервов имеет большое значение. Исследованиями выявлено, что стихийность рынков не позволяет заниматься одним видом продукции. Для успешной работы предприятие развивает следующие направления: мясное птицеводство, производство мяса и мясных изделий, молочно-мясное скотоводство, растениеводство, комбикормовое производство. Эффективному развитию животноводства компании способствует используемый опыт птицеводов. Повышение конкурентоспособности продукции является основным направлением маркетинговой деятельности. Проводимый контроль кормов на каждом этапе – от выращивания зерновых до выпуска комбикормов гарантирует их высокое качество. Ввод в эксплуатацию оборудования компаний «Amandus Kahl» Германия и «Silos Cordoba» Испания позволил производить качественные комбикорма для различных половозрастных групп сельскохозяйственных животных. Использование собственных кормов и отборного сырья обеспечивают изготовление высококачественных продуктов. Стабильность развития организации обеспечивает реализация инвестиционных программ по внедрению современных уникальных технологий для выпуска широкого ассортимента продукции высокого качества. Специалисты маркетинга постоянно работают над расширением ассортимента и созданием новых линеек продукции. Качество продукции торговой марки «Ганна» подтверждает наличие соответствующих сертификатов. Внедрение новейших современных технологий в компании создает динамичный ежегодный рост объемов производства и выручки от реализации продукции, повышение которых за исследуемый период составило около 60 %. Снижение себестоимости производимых продуктов за счет использования собственных качественных кормов приводит к повышению прибыли от реализации. Установлено, что компания постоянно работает с прибылью. Рост экономических показателей подтверждает эффективность использования направлений маркетинговой деятельности.

Ключевые слова: маркетинг, деятельность, качество, конкуренция, прибыль, продукция, эффективность.

In a situation of self-isolation caused by an epidemic and a crisis in the activities of organizations, the role of marketing is increasing. Finding unused reserves is of great importance. Research has revealed that the spontaneity of markets does not allow one type of product to be dealt with. For successful work, the enterprise develops the following areas: meat poultry farming, production of meat and meat products, dairy and meat cattle breeding, crop production, feed production. The effective development of the company's animal husbandry is facilitated by the experience of poultry farmers. Increasing the competitiveness of products is the main direction of marketing activities. Control of feeds at every stage, from the cultivation of cereals to the production of compound feed, guarantees their high quality. The commissioning of the equipment of 'Amandus Kahl' from Germany and 'Silos Cordoba' from Spain made it possible to produce high-quality feed for various age and sex groups of farm animals. The use of our own feed and selected raw materials ensure the production of high-quality products. The stability of the organization's development is ensured by the implementation of investment programs for the introduction of modern unique technologies for the production of a wide range of high-quality products. Marketing specialists are constantly working to expand the range and create new product lines. The quality of products of the 'Hanna' trademark is confirmed by the availability of appropriate certificates. The introduction of the latest modern technologies in the company creates a dynamic annual growth in production volumes and revenue from product sales, the increase in which over the study period amounted to about 60 %. Reducing the cost of manufactured products through the use of our own high-quality feed leads to an increase in profit from sales. It is established that the company is constantly working with a profit. The growth of economic indicators confirms the effectiveness of the use of marketing activities.

Key words: marketing, activity, quality, competition, profit, production, efficiency.

Введение

В настоящее время основная часть предприятий Республики Беларусь пытается улучшить эффективность своей деятельности привлечением дополнительных ресурсов. При этом на многих из них имеется масса скрытых и еще неиспользуемых резервов. Поэтому их поиск имеет большое значение, так как они должны способствовать более эффективному использованию уже имеющихся ресурсов [2, 3].

Из-за сложной ситуации в самоизолировавшемся мире для противодействия коронавирусу и кризиса в деятельности предприятий роль маркетинга значительно возрастает. Он формирует рынок полезных товаров, пользующихся постоянным спросом покупателя и обеспечивающих прибыль их производителю. Маркетинг обеспечивает выбор рентабельных производственных программ предприятию и разрабатывает каналы успешного продвижения товара на рынке. С его помощью формируется спрос на более совершенные, отвечающие последним достижениям науки товары и услуги [4, 6].

В нынешней экономической ситуации деятельность всех компаний-производителей строится на принципиально новых принципах, что наиболее полно выражается в сфере реализации готовой продукции. В сложившихся жестких условиях конкуренции главной задачей маркетинговой службы становится завоевание и сохранение организацией предпочтительной доли рынка и удержание превосходства над конкурентами в избранном сегменте [1, 5].

В этих условиях трудно переоценить значение оценки использования маркетинга в современных сложившихся условиях деятельности предприятий.

Цель исследований – проведение оценки и анализа используемых направлений маркетинговой деятельности ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» в повышении его эффективности.

Основная часть

Информационной базой для исследований использовались материалы бухгалтерской и статистической отчетности, показатели производственно-хозяйственной деятельности организации и ее эффективности, электронные информационные ресурсы и личные наблюдения авторов. В процессе исследований были использованы статистические и экономические методы оценки и анализа данных.

ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» является крупнейшим в Витебской области компанией холдингового типа по выпуску мяса птицы на промышленной основе с общим замкнутым производственным циклом. Производить и поставлять куриное мясо в сеть магазинов птицефабрика стала в 1981 году.

Однако в настоящее время из-за сложной экономической ситуации, образовавшейся в результате кризиса и пандемии, одним видом продукции заниматься нельзя. Рынки, особенно внешние, работают стихийно. Возникают периоды, когда продукция из птицы не востребована. Поэтому предприятие работает успешно и эффективно развивается опережающими темпами по следующим направлениям: мясное птицеводство, производство мяса и мясных изделий, молочно-мясное скотоводство, растениеводство, комбикормовое производство.

В последние годы в Витебской области и стране используется направление по образованию крупных интеграционных структур, которые позволяют предприятиям весь производственный цикл самостоятельно проводить на своих мощностях. Для этого за последние 12 лет к ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» было присоединено 14 убыточных колхозов и открытое акционерное общество «Возрождение» Витебского района, в том числе три агрокомплекса.

Колоссальный опыт птицеводов широко используется в работе животноводства, что способствует его успешному развитию. В организации за 2020 год были выполнены основные плановые показатели. Надой молока составил 7720 килограммов на одну корову. Товарность молока составляет выше 93 %. Поголовье крупного рогатого скота превысило 11,3 тыс. голов.

На присоединенных сельскохозяйственных угодьях филиалы компании осуществляют выращивание зерна и рапса, создали собственную кормовую базу. Себестоимость выращиваемой продукции растениеводства компании значительно ниже рыночных закупочных цен за счет соблюдения технологий на всех этапах ее возделывания. Валовой сбор зерна и зернобобовых в бункерном весе в 2020 году составил выше 56,5 тысячи тонн, что на 15,6 тыс. тонн, или на 21,9 % больше, чем в 2019 году. Урожайность зерновых и зернобобовых составила 50,6 центнера с гектара. Она увеличилась на 22 % по сравнению с предыдущим годом. Это дало возможность почти в полном объеме обеспечить потребность птицефабрики в зерне для приготовления кормов для всего имеющегося поголовья птицы и крупного рогатого скота [7]. Одним из самых важных направлений маркетинговой деятельности организации является повышение ее конкурентоспособности. Предприятие для обеспечения стабильного и эффективного развития активно реализует инвестиционные программы с целью использования современных уникальных технологий, выпуская широкий ассортимент продуктов высокого качества из мяса птицы и говядины. При этом удовлетворяет самые изысканные вкусы потребителей. Анализ состояния потребительского рынка для организации с учетом его потенциальных возможностей позволяет прогнозировать рост выпуска и реализации продукции [2; 4].

В настоящее время выпуск кормов для своих потребностей осуществляется на собственном комбикормовом комплексе. Это дает возможность проводить полный контроль выпускаемых кормов на каждом этапе – от выращивания зерновых до выпуска комбикормов, что обеспечивает их высокое качество и отсутствия в них антибиотиков, ГМО и других вредных веществ. В свою очередь используемые собственные корма и отборное сырье обеспечивают изготовление высококачественных продуктов.

Конкуренцию производимой продукции предприятия также обеспечивает ее широкий ассортимент, который включает более 230 наименований из мяса птицы и говядины высокого качества. Основной ассортимент включает яйцо куриное инкубационное; яйцо пищевое; цыплята-бройлеры; мясо птицы и говядины; продукты разделки и обвалки мяса; полуфабрикаты быстрого приготовления

(шашлыки, колбаски, рулетики, фарши, котлеты и пр.); колбасы варено-копченые, сыровяленые, сырокопченые; комбикорма для с/х птицы и крупного рогатого скота; молоко и др.

Специалисты маркетинга постоянно работают над созданием новых линеек продукции, обеспечивая привлекательность и имидж предприятия, как для отечественных, так и зарубежных партнеров. Благодаря осуществлению инвестиционного проекта компании – вводу нового участка убоя и переработки мяса крупного рогатого скота, в январе 2022 года было налажено производство как охлажденной, так и замороженной продукции из говядины. Разработана и уже представлена покупателям новая продуктовая линейка из говядины: стейк «Пиканья», стейк «Рибай», стейк «Филе Миньон», и другие.

Важнейшим показателем конкурентоспособности является качество товаров. Поэтому руководство и маркетинговая служба уделяют большое внимание качеству. Основная задача компании в области качества и безопасности – обеспечение выпуска конкурентоспособных и безопасных для здоровья людей продуктов, которые отвечают законодательным требованиям и позволяют обеспечивать стабильный рост прибыли. На каждом этапе производства осуществляется строгий контроль и используется только высококачественное и отборное сырье. На всех производственных стадиях по всем показателям качества и безопасности осуществляются ветеринарный, санитарно-гигиенический и технологический контроль, а также проводятся лабораторные испытания. Высокое качество выпускаемой продукции компании подтверждается наличием сертификата № НП. ВУ 436 на право маркировки знаком «Натуральный продукт».

Доказательством народной любви и доверия качеству продуктов бренда «Ганна» отечественных потребителей является то, что последние четыре года подряд ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» была победителем премии «Народная марка» в номинации «Производитель мяса птицы» [9].

О высоком качестве продукции торговой марки «Ганна» свидетельствует получение 4.05.2021 г. сертификата № ХП.ВУ 0.41/2021 до 3.05.2022 года на право маркировки знаком «Халяль» на 20 наименований, которая соответствует требованиям стандарта «Халяль» № ХП.ВУ. 02.2013 [8].

Чтобы обеспечить конкуренцию и безопасность продукции открытое акционерное общество постоянно стремится осуществлять комплексную модернизацию производственных объектов, что в итоге должно привести к повышению их мощностей в 1,5 раза. Для этих целей компания весьма успешно реализует инвестиционные проекты.

Приобретение и ввод в эксплуатацию нового современно высокотехнологичного оборудования компаний «Amandus Kahl» Германия и «Silos Cordoba» Испания обеспечило предприятию решение важнейших стратегических задач по внедрению и освоению передовых технологий в выпуске качественных комбикормов для различных половозрастных групп сельскохозяйственных животных. Для оптимизации и освоения новых технологических процессов производства комбикормов высокого качества на птицефабрику были приглашены специалисты компании «Amandus Kahl».

Для обеспечения стабильности собственного комбикормового производства построены свои зерноочистительно-сушильные комплексы и хранилища для зерновых культур, которые рассчитаны на 15 тыс. тонн. Ввод этих объектов был торжественно произведен в 2019 году, что является результатом инвестированного проекта на сумму 17,2 млн Вг руб.

Производя техническое перевооружение существующих объектов, для внедрения новейших современных мировых технологий организация стремится достигнуть высокого качества и надежности выпускаемых продуктов, которые позволят обеспечить динамичный ежегодный рост объемов производства и продаж. Изменения показателей объема производства продукции и выручки от ее реализации открытого акционерного общества представлены на рис. 1.

Представленные данные свидетельствуют о положительной динамике ежегодного роста объема производства и выручки от реализации продукции в компании, которые с каждым годом постоянно повышаются.



Рис. 1. Объем производства продукции и выручка от ее реализации за 2016–2020 гг., тыс. руб.

За исследуемый период объем производства повысился на 99196 тыс. руб. или на 60,2 %. Но для организации важен не только выпуск продукции, ее необходимо еще и успешно продать, чтобы получить деньги, которые будут способствовать дальнейшему стабильному развитию. Для этого в компании совместно работают технологи, экономический, финансовый и маркетинговый отделы. Эффективность их функционирования подтверждается ростом выручки. Если в 2016 году выручка от реализации продукции составляла 166662 тыс. руб., то в 2020 году она уже составила 266812 тыс. руб., а ее показатель увеличился на 100150 тыс. руб. или на 60,1 %.

Выпуск собственных качественных кормов позволяет обеспечить значительное снижение себестоимости производимых продуктов, что приводит к повышению прибыли от их реализации. Изменения показателей прибыли от реализации предприятия за последние годы рассмотрим на представленном рис. 2.

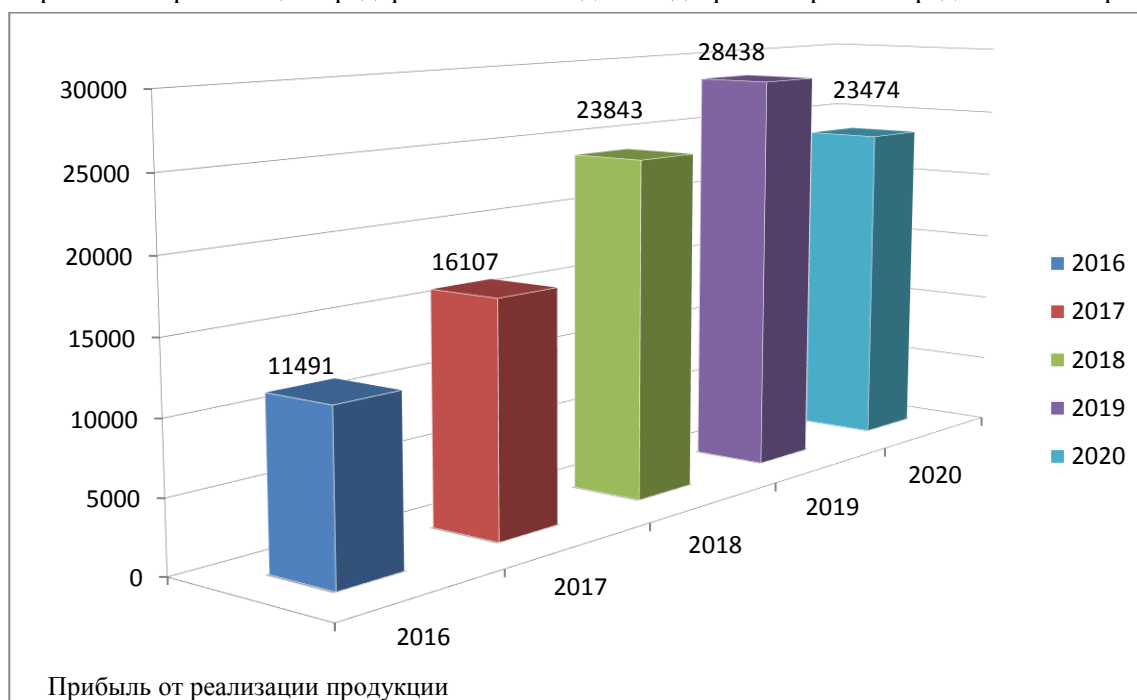


Рис. Прибыль от реализации продукции предприятия за 2016–2020 гг., тыс. руб.

Из представленной на рисунке информации следует, что компания ежегодно работает с прибылью. При этом показатели прибыли, начиная с 2016 года, с каждым годом постоянно повышались. Самая большая прибыль от реализации была получена в 2019 году. Она составила 28438 тыс. руб. Ее вели-

чина повысилась на 4595 тыс. руб. или на 19,3 % по сравнению с предыдущим 2018 годом. В 2020 году наблюдается снижение полученной прибыли на 4964 тыс. руб. или на 17,5 %. Это объясняется строительством бройлерного цеха №3 и участка убоя и переработки мяса крупного рогатого скота по инвестиционным программам и мер, принятых в мире для противодействия коронавирусу и кризиса в экономике.

Заключение

Установлено, что важным направлением маркетинговой деятельности предприятия является повышение конкурентоспособности производимой продукции.

Конкурентоспособность производимых продуктов и предприятия обеспечивается их широким ассортиментом, включающим более 230 наименований.

Качество продукции торговой марки «Ганна» подтверждается наличием сертификатов № НП. ВУ 436 на право маркировки знаком «Натуральный продукт» и № ХП.ВУ 0.41/2021 до 3.05.2022 года на право маркировки знаком «Халяль».

Предприятие реализует инвестиционные программы для внедрения современных прогрессивных технологий, обеспечивающих производство широкого ассортимента продукции высокого качества из мяса птицы и говядины.

Выявлена положительная динамика ежегодного роста показателей объема производства продукции и выручки от ее реализации за 2016-2020 гг. За этот период объем производства повысился на 99196 тыс. руб. или на 60,2 %. Выручка от реализации продукции в 2020 году составила 266812 тыс. руб. Она увеличилась на 100150 тыс. руб. или на 60,1 % по сравнению с 2016 годом.

О положительном результате использования направлений маркетинговой и производственной деятельности свидетельствует рост показателей прибыли от реализации продукции. Больше всего прибыли от реализации продукции было получено в 2019 году. Она составила 28438 тыс. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский, С. И. Управление сбытом: тексты лекций для студентов специальности 1-26 02 03 «Маркетинг» очной и заочной форм обучения / С. И. Барановский, С. В. Шишло. – Минск: БГТУ, 2014. – 106 с.

2. Бекиш, Е. И. Анализ и формирование каналов рынка сбыта продукции на предприятии / Е. И. Бекиш // Право. Экономика. Психология. – 2018. – №2(10). – С. 24–29.

3. Бекиш, Е. И. Анализ управления финансовой деятельностью на ОАО «Витебский мясокомбинат» / Е. И. Бекиш, Е. Е. Мантур // Ученые записки УО ВГАВМ, Том 47. Выпуск 2. – Витебск: 2012. – С. 243–246.

4. Бекиш, Е. И. Использование рекламы для повышения эффективности маркетинговой деятельности предприятия / Е. И. Бекиш, Л. А. Слинькова, Е. Е. Мантур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 38–42.

5. Бекиш, Е. И. Сбытовая деятельность ОАО «Витебские ковры» / Е. И. Бекиш // Право. Экономика. Психология. – 2020. – № 1 (17). – С. 61–66.

6. Маркетинг: краткий курс лекций для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия / Сост.: Л. Н. Минеева // ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 74 с.

7. Официальный сайт «ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://ganna.by/about/aktzioneram/> – Дата доступа: 23.03.2022.

8. Официальный сайт «ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://ganna.by/about/kontrol-kachestva/> – Дата доступа: 21.03.2022.

9. Официальный сайт «ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://ganna.by/about/nagrady-i-diplomy/> – Дата доступа: 20.03.2022.

МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЗЕРНОВОМ РЫНКЕ РОССИИ

Н. П. ПАНАСЮГА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 85nata_p@mail.ru

(Поступила в редакцию 18.07.2022)

Рост мировых цен на продовольственные товары и сырье стал одним из факторов оцутимого роста инфляции в России. Так, с конца 2020 г. Правительство России приняло ряд мер по регулированию внутренних цен на отдельные товарные рынки. Опыт показал, что принятые меры предоставили возможности свести к минимуму чувствительность изменения внутренних цен по отношению к динамике мировых цен. В целом госрегулирование цен на отдельных рынках, в большинстве случаев, позволяет стабилизировать динамику цен, но только лишь в краткосрочном периоде. В среднесрочном и долгосрочном периодах прямое вмешательство государства в процесс ценообразования создает дисбалансы и может спровоцировать значительные неблагоприятные последствия. Эти последствия отражаются в сокращении инвестиций в производство, выпуск товаров, а именно в замедлении роста регулируемых секторов экономики. Вместе с тем усиливаются риски возникновения дефицита и роста объемов теневой торговли, увеличиваются затраты государства по противодействию с ней. Формируемые дисбалансы на товарных рынках могут приводить к значительному искажению ценовых сигналов, наращивая влияние проинфляционных факторов, создавая при этом предпосылки для постоянного роста инфляционных ожиданий. Об этом свидетельствуют многочисленные примеры по регулированию цен на отдельных рынках других стран. Регулирование цен усугубляет анализ текущей ценовой ситуации. Если практика регулирования цен будет широко масштабной, то это может привести к недостаточной оценке силы проинфляционных факторов. В свой черед косвенные механизмы регулирования цен диктуют тонкую настройку баланса между краткосрочными проинфляционными рисками и среднесрочными, долгосрочными рисками снижения или замедления роста инвестиций и производства, а также из-за уступки части экспортных рынков иностранным конкурентам.

Ключевые слова: меры государственного регулирования, фиксация цен, демпферные механизмы, государственные интервенции, система госмониторинга, сахар, зерновые культуры и продукция из зерна.

The rise in world prices for food products and raw materials has become one of the factors behind the significant rise in inflation in Russia. Thus, since the end of 2020, the Russian government has taken a number of measures to regulate domestic prices for certain commodity markets. Experience has shown that the measures taken have provided opportunities to minimize the sensitivity of domestic price changes to world price movements. In general, state regulation of prices in individual markets, in most cases, allows stabilizing price dynamics, but only in the short term. In the medium and long term, direct state intervention in the pricing process creates imbalances and can provoke significant adverse effects. These consequences are reflected in the reduction of investment in production, namely, in the slowdown in the growth of regulated sectors of the economy. At the same time, the risks of a shortage and growth in the volume of shadow trade are increasing, and the state's costs of counteracting them are increasing. Formed imbalances in commodity markets can lead to a significant distortion of price signals, increasing the influence of pro-inflationary factors, while creating prerequisites for a constant increase in inflationary expectations. Numerous examples of price regulation in certain markets of other countries testify to this. Price regulation aggravates the analysis of the current price situation. If the practice of price regulation is widespread, then this may lead to an insufficient assessment of the strength of pro-inflationary factors. In turn, indirect price regulation mechanisms dictate a fine tuning of the balance between short-term pro-inflationary risks and medium-term and long-term risks of a decrease or slowdown in investment and production growth, as well as due to the concession of part of export markets to foreign competitors.

Key words: state regulation measures, price fixing, damper mechanisms, state interventions, state monitoring system, sugar, grain crops and grain products.

Введение

Выход из ограничений, который был связан с пандемией ускорил рост мировых цен на продовольственные и непродовольственные товары. Все это стало причиной быстрого спроса после его временного увеличения в период действия ограничений в условиях роста издержек производителей и нереальностью быстро нарастить производство. Также эти ограничения сдвинули структуру спроса от услуг в сторону товаров, что дополнительно повысило спрос на них, позволив при этом производителям перекладывать возросшие издержки на конечные цены. Правительством России в ответ на рост внутренних цен было принято решение ввести временные административные меры по его сдерживанию на рынках товаров: сахара, подсолнечного масла, зерна, гречихи и др. С этой целью были использованы такие инструменты, как соглашения о фиксации цен с производителями, демпферные механизмы (зерно, подсолнечное масло) [1], государственные интервенции (сахар, зерно) [2, 3], разработка общей информационной системы контроля за качеством – система госмониторинга [4]. Воздействие государства на цены может быть как прямым, так и косвенным. Прямое воздействие – предусматривает установление фиксированных, рекомендательных, паритетных цен; установление предельных снабженческих, сбытовых и торговых наценок; установление предельно допустимого норматива рентабельности; декларирование цен; замораживание цен; установление границ возможного роста цен. Косвенное воздействие предусматривает систему налогообложения; государственную

экономическую политику, проведение экономических и социальных программ; антимонопольное законодательство; торговую политику государства [5, 6].

Продовольственная политика Российской Федерации складывается из таких компонентов, как рост внутреннего производства при финансовой поддержке правительства; стремление к «продовольственной безопасности» через ограничения доступа иностранных государств к продовольственным рынкам России; а также рост экспорта продуктов питания [7]. Эти компоненты объединены в единую стратегию продовольственной политики. В связи с данными компонентами утверждена Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года [7, 8].

Цель исследования – изучение мер госрегулирования на зерновом рынке России.

Основная часть

Первыми мерами по регулированию стал рынок сахара и масличных культур. В конце 2020 г. были подписаны соглашения с производителями и торговыми сетями об установлении максимальных цен (с учетом НДС) на белый сахар-песок и на рафинированное подсолнечное масло. Так, цена сахара в розничной торговле составила 46 рос. руб. / кг, в оптовой – 36 рос. руб. / кг [9]; подсолнечное масло в розничной торговле – 110 рос. руб. / л, в оптовой – 95 рос. руб. / л. Цены на сахар немного снизились, но еще оставались выше уровня, установленного в соглашении. В целом рост цен прекратился одновременно со стабилизацией экспортных цен. 1 июня 2021 г. соглашения о заморозке цен на сахар прекратили своё действие, а на подсолнечное масло продлилось до 1 октября 2021 г. При этом тем производителям, которые выполняли условия соглашений дополнительно было выделено субсидий на сумму 9 млрд рос. рублей [6]. Правительство Российской Федерации с 15 мая по 30 сентября 2021 г. также отменило пошлины на импорт сахара (объем не более 350 тыс. т) и включило сахар в список товаров, в части которых могут проводиться государственные интервенции [9, 10]. Некоторые меры внешнеторгового регулирования применяли и в отношении масличных культур, так были повышены вывозные таможенные пошлины на семена подсолнечника и рапса, сою, с сентября действовал демпферный механизм на подсолнечное масло.

Меры административного регулирования, которые применялись в Российской Федерации с конца 2020 года до середины 2021 года на зерновом рынке рассмотрены в таблице.

Меры государственного регулирования на зерновом рынке Российской Федерации

Мера	Дата	Период	Описание
Пшеница и меслин, рожь, ячмень, кукуруза			
Тарифные квоты на вывоз	Декабрь 2020	С 15 февраля по 30 июня 2021 г.	Тарифная квота 17,5 млн т действует на продукцию, которая вывозится из России за пределы Таможенного союза
Вывозные таможенные пошлины	Декабрь 2020	С 15 февраля по 30 июня 2021 г.	Экспорт зерновых в объемах, который превышает тарифную квоту, облагается пошлиной в размере 50% от таможенной стоимости вывозимой продукции, но минимум 100 евро за тонну. В пределах квоты пошлины на вывоз ржи, ячменя, кукурузы – 0 евро за тонну, пшеницы и меслина – 25 евро за тонну
Зерно и продукты его переработки			
Регулирование рынка	Декабрь 2020	С 1 января 2022 г.	С 2022 г. будет поэтапно вводиться система госмониторинга и прослеживаемости зерна и продуктов его переработки. Данный мониторинг будет проводиться в отношении пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи, гречихи, овса, проса, риса, тритикале, подсолнечника, сои, рапса, гороха
Мука, хлеб, хлебобулочные изделия			
Поддержка производителей	Декабрь 2020	2021 г.	Субсидии на закупку пшеницы – 2,9 млрд рос. рублей, на осуществление производства и реализации хлеба и хлебобулочных изделий – 1,8 млрд рос. рублей
Пшеница и меслин, ячмень, кукуруза			
Вывозные таможенные пошлины	Январь 2021	1 марта–30 июня 2021 г. – пшеница, меслин 15 марта–30 июня 2021 г. – ячмень, кукуруза	В пределах квоты пошлины повышаются на вывоз ячменя с 0 до 10 евро за тонну, кукурузы с 0 до 25 евро за тонну, пшеницы с 25 до 50 евро за тонну
Плавающие вывозные таможенные пошлины (Демпферный механизм)	Февраль 2021	С 2 июня 2021 г.	Пошлины на вывоз – 70% от разницы между индикативной ценой и базовой ценой (кукуруза и ячмень – 185 долл. США / т, пшеница и меслин – 200 долл. США / т)
Зерно			
Регулирование рынка	Февраль 2021		Новая редакция закона о семеноводстве, регулирующая оборот семян на территории страны, устанавливающая требования к качеству импортных семян. Принят законопроект «О семеноводстве», который направлен на создание условий для развития эффективного рынка семян
Гречиха и продукты из нее			
Запрет на экспорт	Май 2021	С 5 июня по 31 августа 2021 г.	На экспорт наложен временный запрет

Примечание: составлена на основании источника [6].

Данные таблицы показывают, что декабре 2020 г. на вывоз пшеницы и меслина, ржи, ячменя и кукурузы были введены тарифные квоты, также на большинство зерновых культур повысились вывозные таможенные пошлины, а с 5 июня по 31 август 2021 г. действовал запрет на вывоз гречихи. Правительство выделило из бюджета субсидии на поддержку мукомолов 2,9 млрд рос. руб., хлебопеков 1,8 млрд рос. руб. [6]. Кроме этого, поставлена задача по усовершенствованию механизма государственных зерновых интервенций. В июне 2021 г. зерновой демпфер сменил временные экспортные пошлины [11]. Плавающая пошлина на экспорт составила 70% от разницы между индикативной ценой и базовой ценой (установленный уровень пшеницы и меслина – 200 долл. США / т, кукурузы и ячменя – 185 долл. США / т). Отметим, что субсидия из бюджета не предусмотрена, если экспортная цена ниже базовой, из-за этого демпферный механизм ассиметричен (риски снижения мировых цен на зерно ниже базовой цены целиком лежат на производителях зерна, при этом прибыль от увеличения мировых цен сверх базовой цены достается им не полностью).

Меры, применяемые на рынке зерна сократили краткосрочные риски для инфляции. После их введения внутренняя цена пшеницы сложилась ниже уровня, соответствующей мировой цене в условиях отсутствия пошлин и торговых барьеров (произошло по причине снижения объемов экспорта зерна в марте – мае). По оценкам экспертов уровень внутренних цен на пшеницу, обеспечивающий экспортный паритет при разных уровнях мировой цены пшеницы и обменного курса, показали, что демпфер в действительности может хорошо сглаживать воздействие мирового роста цен на зерно на внутренние цены. Однако применение демпферного механизма постоянно (при высоких ценах на зерно) может в среднесрочной перспективе снизить конкурентоспособность отечественного производства зерна в сравнении с поставщиками из других стран, у последних имеется возможность направлять больше прибыли на закупку высокопроизводительного сельскохозяйственного оборудования. К тому же, регулирование отрасли может выступать мотивом для сельскохозяйственных производителей по смещению структуры посевов в сторону сельскохозяйственных культур, цены на которые не регулируются. Потому базовая цена на зерно в демпферном механизме должна понемногу приближаться к мировым ценам, при сохранении стабильно высоких мировых цен.

Заключение

Таким образом, государственное регулирование на зерновом рынке Российской Федерации осуществлялось с использованием таких мер, как тарифные квоты на вывоз, вывозные таможенные пошлины, регулирование рынка, поддержка производителей, демпферный механизм, запрет на экспорт. Данные меры государственного регулирования помогли эффективно сократить краткосрочные риски для инфляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспорт пшеницы ограничат новой пошлиной, как это влияет на цену хлеба [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/business/04/02/2021/601c2d669a794731d5cb127e>. – Дата доступа: 10.07.2022.
2. Панасюга, Н. П. Интервенционный фон Российской Федерации: новые реалии // Сборник научных трудов «Проблемы экономики». – 2022. – № 1(34) – С. 82–88.
3. Панасюга, Н. П. Отличительные особенности процесса формирования и реализации интервенционного фонда Российской Федерации и стабилизационного фонда Республики Беларусь / Н. П. Панасюга, О. М. Недюхина // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси: сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 2 / редкол.: И. В. Шафранская (отв. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 88–92.
4. РФ с 2022 г. запускает систему госмониторинга и прослеживаемости зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/main/1f-s-2022-g-zapuskaet-sistemu-gosmonitoringa-i-proslezhivaemosti-zerna>. – Дата доступа: 10.07.2022.
5. Совершенствование правового механизма государственного регулирования ценообразования на продовольственные товары первой необходимости // Материалы парламентских слушаний 10 марта 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rssm.su/upload/iblock/8e8/zgfouha3hmar1vlgeijltvliipn7vsuh.pdf>. – Дата доступа: 10.07.2022.
6. Регулирование цен: когда нужно остановиться? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/131342/analytic_note_20211209_dip.pdf. – Дата доступа: 10.07.2022.
7. Правовое обеспечение проведение государственных интервенций на зерновом рынке Российской Федерации (историко-правовой анализ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [file:///C:/Users/User/Downloads/pravovoe-obespechenie-provedeniya-gosudarstvennyh-interventsiy-na-zernovom-rynke-rossiyskoy-federatsii-istoriko-pravovoy-analiz%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/pravovoe-obespechenie-provedeniya-gosudarstvennyh-interventsiy-na-zernovom-rynke-rossiyskoy-federatsii-istoriko-pravovoy-analiz%20(1).pdf). – Дата доступа: 10.07.2022.
8. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 10 авг. 2019 г., № 1796-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/y1lpA0ZfzdMCfATNBKGFf1cXEQ142yAx.pdf>. – Дата доступа: 10.07.2022.
9. Госрегулирование рынка сахара: тактика вместо стратегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrotrend.ru/news/22132-gosregulirovanie-rynka-sahara-taktika-vmesto-strategii/>. – Дата доступа: 10.07.2022.
10. Об определении предельных уровней минимальных цен на зерно урожая 2021 – 2022 годов и на сахар белый свекловичный в твердом состоянии без вкусоароматических или красящих добавок производства 2021 – 2023 годов в целях проведения государственных закупочных интервенций в 2022 – 2023 годах, а также об определении предельных уровней максимальных цен на зерно и на сахар белый свекловичный в твердом состоянии без вкусоароматических или красящих добавок в целях проведения государственных товарных интервенций в 2022 – 2023 годах [Электронный ресурс]: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 янв. 2022 г., № 34. – Режим доступа: <https://agropit.ru/files/2022/04/ceni.pdf>. – Дата доступа: 10.07.2022.
11. Переработчики зерна о последствиях внедрения зернового демпфера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/business-pages/35335-pererabotchiki-zerna-o-posledstviyakh-vnedreniya-zernovogo-dempfera/>. – Дата доступа: 10.07.2022.

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЗИДЕНТОВ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. В. ШУТОВА

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

(Поступила в редакцию 15.07.2022)

В статье обоснована структура методики проведения экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков Республики Беларусь. Представлен анализ показателей, применяемых в государственной статистической отчетности об инновационной деятельности организации, для выявления слабых сторон и возможностей в интерпретации и оценке данных показателей. Установлены критерии перспективных преимуществ (разработка и внедрение инноваций, производство инновационной продукции, уровень добавленной стоимости) и уточнены критерии коммерциализации инноваций (технологичность, наукоемкость, экспортноориентированность, использование объектов интеллектуальной собственности), что позволяет повысить качество экспресс-оценки и оценить уровень коммерциализации инноваций. Разработан метод расчета интегральной бальной оценки в виде индекса инновационности (II), в котором качественные характеристики инноваций определяются по результатам бальной оценки их технического уровня, а расходы, связанные с научными исследованиями и разработкой или внедрением инноваций указывают на инвестиционную деятельность организации. Характерной особенностью индекса инновационности является возможность его использования для проведения экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности организаций не только аграрного бизнеса, но и микроорганизаций инновационного предпринимательства.

Ключевые слова: *организация, инновационный процесс, коммерциализация инноваций, научно-технологический парк, резидент, эффективность, экспресс-оценка, микроорганизаций инновационного предпринимательства.*

The article substantiates the structure of methodology for conducting an express assessment of the effectiveness of innovative activities of residents of science and technology parks of the Republic of Belarus. We have presented an analysis of the indicators used in the state statistical reporting on the innovative activity of an organization to identify weaknesses and opportunities in interpreting and evaluating these indicators. Criteria for promising advantages have been established (development and implementation of innovations, production of innovative products, level of added value) and criteria for the commercialization of innovations (manufacturability, science intensity, export orientation, use of intellectual property) have been clarified, which makes it possible to improve the quality of express assessment and assess the level of commercialization of innovations. A method has been developed for calculating the integral scoring in the form of an innovation index (II), in which the qualitative characteristics of innovations are determined by the results of a scoring of their technical level, and the costs associated with scientific research and the development or implementation of innovations indicate the investment activity of the organization. A characteristic feature of the innovation index is the possibility of using it to conduct an express assessment of the effectiveness of innovative activities of organizations not only in the agricultural business, but also in innovative entrepreneurship micro-organizations.

Key words: *organization, innovation process, commercialization of innovations, science and technology park, resident, efficiency, express assessment, micro-organizations of innovative entrepreneurship.*

Введение

Основная роль государства в инновационной деятельности состоит в создании благоприятной среды для инновационных организаций, что включает в себя как прямую поддержку через различные субъекты инновационной инфраструктуры, так и косвенную путем принятия нормативно-правовых актов, стимулирующих развитие инновационной деятельности и коммерциализацию инноваций. Во всем инновационном процессе одно из главных мест занимает коммерциализация инноваций. Инновация должна выйти на рынок, должна приносить прибыль. Именно этот момент и является проблемным. Коммерциализацию инноваций тесно связывают с инновационной деятельностью, и понимают ее как процесс, в ходе которого научный результат или технологическая разработка реализуются с получением коммерческого эффекта.

Одним из условий повышения эффективности инновационной деятельности организаций аграрного бизнеса является построение организационного алгоритма коммерциализации инноваций. Одним из основополагающих элементов этого алгоритма, в том числе является методика оценки инновационности деятельности резидентов научно-технологического парка, так как основополагающим направлением деятельности научно-технологического парка является оказание поддержки резидентам технопарка путем содействия в создании производств по выпуску новой или усовершенствованной продукции, освоении новой или усовершенствованной технологии для их реализации на рынке; содействия в осуществлении внешнеэкономической деятельности в целях продвижения инноваций на внешний рынок; предоставления на договорной основе в соответствии с законодательством движимого и недвижимого имущества, в том числе помещений различного функционального назначения; оказания услуг по подготовке бизнес-планов инновационных проектов; организации и проведения маркетинговых исследований; содействия в привлечении инвестиций, поиске инвесторов и (или) де-

ловых партнеров; информационного продвижения новшеств и (или) продукции, технологий, услуг, организационно-технических решений, созданных на основе новшеств, посредством организации участия субъектов инновационной деятельности в проведении выставок, ярмарок, конференций и других мероприятий, изготовления рекламно-информационной продукции [2, 12].

Основная часть

Отношения технопарка с резидентами технопарка строятся на основании заключаемых между ними договоров на осуществление инновационной деятельности. Период возможного нахождения субъекта инновационной деятельности в статусе резидента технопарка ограничивается сроком, предусмотренным учредительными документами технопарка, при этом резиденту технопарка необходимо предоставлять отчетность об осуществлении инновационной деятельности согласно установленным законодательством форм отчетности [6; 7; 3; 1; 8; 9; 4; 5]. В данных формах отчетности, а именно государственной статистической отчетности 1-нт отражены показатели об инновационной деятельности организации в целом табл 1.

Таблица 1. Анализ показателей, применяемых в государственной статистической отчетности об инновационной деятельности организации

Наименование показателя	Особенности	Процесс коммерциализации инновации
<i>1-нт (инновация) «Отчет об инновационной деятельности организации»</i>		
Затраты на инновации	отражаются затраты на продуктовые инновации и инновации бизнес-процесса	+
Объем финансирования затрат на инновации (средства республиканского, местного бюджетов и Союзного государства, кредиты, инвесторы, фонды)	–	+
Отгружено инновационной продукции (работ, услуг) собственного производства (выполнено работ, оказано услуг) в фактических отпускных ценах (за вычетом налогов и сборов, исчисляемых из выручки (нанотехнологии, инновационная продукция, выполненная с государственной поддержкой)	Объем продукции новой для внутреннего рынка или для мирового рынка. Продукция (работы, услуги) считается инновационной в течение трех лет с момента ее первой отгрузки (выполнения, оказания)	+
Осуществление инновационной деятельности в организации	При отсутствии инновационной деятельности не заполняются	+
Сведения о разработчиках инноваций	–	+
Количество совместных проектов по осуществлению инновационной деятельности, в которых участвует организация (в том числе участие в государственных научно-технических, целевых и международных программах)	Если нет проектов в организации, то указываются факторы, препятствующие инновационной деятельности; заполняют организации, осуществлявшие инновационную деятельность в течение последних трех лет	+
Сведения о наличии научно-исследовательских, проектно-конструкторских подразделений в организации (количество и списочная численность работников)	–	+
Экологические инновации	сведения о наличии в организации завершенных в течение последних трех лет экологических инноваций	+
<i>1-нт (наука) «Отчет о выполнении научных исследований и разработок»</i>		
Персонал, занятый научными исследованиями и разработками	распределение численности исследователей по областям наук приводится на основании тематики выполняемых работ	–
Затраты на научные исследования и разработки (включая затраты на исследования, выполненные организацией для собственных нужд за счет собственных средств)	–	–
Источники финансирования внутренних затрат на научные исследования и разработки	Внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки (без амортизации основных средств и нематериальных активов, используемых в предпринимательской деятельности) в том числе: фундаментальные научные исследования прикладные научные исследования; экспериментальные разработки	–
Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности (денежные средства по договорам, позволяющим распоряжаться имущественными правами на результаты интеллектуальной деятельности, созданные при выполнении научных исследований и разработок)	Сумма денежных средств отражается в отчетном периоде в соответствии с датой оплаты, указанной в заключенных договорах, независимо от их фактического поступления (выплаты) К результатам интеллектуальной деятельности относятся: изобретения, полезные модели, промышленные образцы; селекционные достижения; топологии интегральных микросхем; секреты производства (ноу-хау); другие результаты интеллектуальной деятельности	+

1-мп «Отчет о финансово-хозяйственной деятельности малой организации» и 1-мп (микро) «Отчет о финансово-хозяйственной деятельности микроорганизации»		
Затраты на инновации (код «1», если организация в отчетном году: осуществляла затраты на инновации, участвовала в совместных проектах по осуществлению инновационной деятельности)	–	+
Объем отгруженной продукции (работ, услуг) (в том числе инновационной продукции)	–	+
4-ч «Отчет о видах экономической деятельности организации»		
Справочная информация (код «1», если организация в отчетном периоде осуществляла затраты на технологические инновации (продуктовые и (или) процессные))	–	+
Недостатки	Льготы для резидентов распространяются на всю деятельность резидента Существующие подходы к понятию инновационная деятельность допускают, что не вся деятельность может быть инновационной Не вся деятельность резидента осуществляется в научно-технологическом парке.	
Возможности	Инновационная деятельность должна носить преобладающий характер Индикатором можно считать не менее 70 % продукции резидента должна быть инновационной	

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным источника [6; 7; 9; 4; 5].

Нами установлено, что действующие в стране документы по регламентации деятельности субъектов инновационной инфраструктуры, в частности научно-технологических парков и их резидентов, имеют следующие слабые стороны (табл. 1) [6; 7; 3; 1; 8; 9; 4; 5]: отсутствуют разъяснения о порядке соотношения того или иного продукта (услуги, работ) к инновационной; не во всех формах отчетности предусмотрено проведение оценки экспортоориентированности деятельности; существующих критериев недостаточно для проведения мониторинга инновационности резидентов научно-технологических парков пользующихся льготным налогообложением предоставляемым государством; льготы для резидентов распространяются на всю деятельность резидента; не вся деятельность резидента осуществляется в научно-технологическом парке; отсутствует методика расчета интегральной бальной оценки инновационной деятельности.

В этой связи разработана методика экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков, учитывающая указанные недостатки (табл. 2). Научная новизна и практическая значимость данной методики заключается в описании экспресс-оценки деятельности резидента научно-технологического парка в соответствии с индикатором инновационности деятельности в целом, направленных на повышение эффективности оценки инновационной деятельности и выделении организаций в которых коммерциализация инноваций носит преобладающий характер, а содержащиеся в работе выводы и рекомендации, адресованы организациям аграрного бизнеса, могут быть использованы ими для возможностей производственно-инновационного потенциала в статусе резидентов и получения экономической эффективности от инновационной деятельности.

Исходным этапом предложенной методики является определение одного из четырех значений показателей по каждому критерию (рисунок).

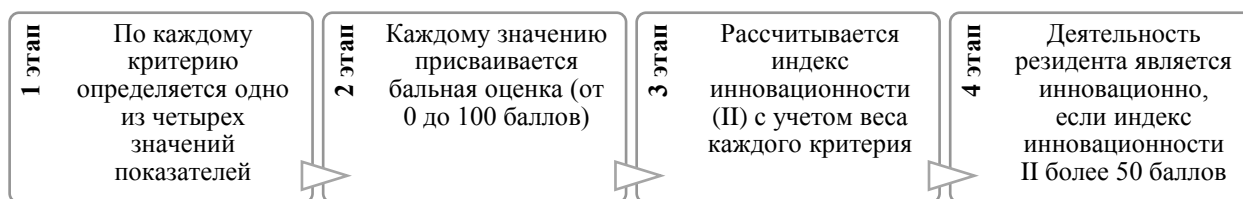


Рис. Этапы методики экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным источника [3; 1; 8; 9; 4; 5].

Для проведения экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков нами предложено использовать семь критериев: технологичность, наукоемкость, экспортоориентированность, разработка или внедрение новшеств, инновационная продукция, объекты интеллектуальной собственности, уровень добавленной стоимости (табл. 2).

Таблица 2. Показатели и значения критериев экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков

Критерий (С _i)	Показатель и значение
Разработка или внедрение инноваций	Расходы на разработку и внедрение инноваций к объему расходов по инвестиционной деятельности, %: 1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует
Инновационная продукция	Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %: 1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует
Экспортоориентированность	Доля экспортных поставок в общем объеме отгруженной продукции, %: 1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует
Объекты интеллектуальной собственности	Наличие объектов интеллектуальной собственности (сортов, патентов, ноу-хау и др.): 1. да 2. нет, но начата процедура получения документов 3. нет
Научоемкость	Доля расходов на научные исследования и разработки в общем объеме расходов по инвестиционной деятельности, %: 1. $\geq 10\%$ 2. 5–10 % 3. 1–5 % 4. $\leq 1\%$
Технологичность	Основной вид деятельности соответствует коду ОКРБ 005-2011: 1. высокотехнологичные виды деятельности (коды 21,26,59–63,72); 2. среднетехнологичные высокого уровня и наукоемкие виды деятельности; 3. среднетехнологичные виды деятельности (коды 19,22–25,33); 4. менее технологичные виды деятельности
Уровень добавленной стоимости	добавленная стоимость (без учета НДС; включает фонд оплаты труда с платежами, амортизация, прибыль) в общем объеме производства, %: 1. $\geq 40\%$ 2. 30–40 % 3. 20–30 % 4. 10–20 %

Примечание. Таблица составлена автором.

Вместе с тем, большое внимание в методике уделено бальной оценке критериев инновационной деятельности резидента (от 0 до 100 баллов) с учетом весомости критериев выбранных для экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности. При этом метод позволяет учитывать значимость и относительную важность каждого критерия разработки при расчете ее общего индекса инновационности (табл. 3).

Таблица 3. Система бальной оценки критериев инновационной деятельности резидента

Критерий (С _i)	Весовой коэффициент i -го критерия, w_i	Вариант значения показателя	Количество баллов по j -му варианту показателя (s_j)
Разработка или внедрение инноваций	0,20	1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0
Инновационная продукция	0,20	1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0
Экспортоориентированность	0,15	1. $\geq 70\%$ 2. 50–70 % 3. $\leq 50\%$ 4. отсутствует	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0
Объекты интеллектуальной собственности	0,05	1. да 2. нет, но начата процедура получения документов 3. нет	1. 100 2. 50 3. 0

Научеомкость	0,05	1. $\geq 10\%$ 2. 5–10 % 3. 1–5 % 4. $\leq 1\%$	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0
Технологичность	0,15	1. высокотехнологичные виды деятельности (коды 21,26,59–63,72); 2. среднетехнологичные высокого уровня и наукоемкие виды деятельности; 3. среднетехнологичные виды деятельности (коды 19,22–25,33); 4. менее технологичные виды деятельности	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0
Уровень добавленной стоимости	0,20	1. $\geq 40\%$ 2. 30–40 % 3. 20–30 % 4. 10–20 %	1. 100 2. 70 3. 40 4. 0

Примечание. Таблица составлена автором.

Индекс инновационности рассчитывается с использованием формулы:

$$II = \sum_{i=1}^7 w_i \times s_j, \quad (1)$$

где II – это индекс инновационности ($i = \overline{1, N}$), w_i – весовой коэффициент i -го критерия, s_j – количество баллов по j -му варианту показателя.

Таким образом, если индекс инновационности $II > 50$, то резидент научно-технологического парка осуществляет инновационную деятельность.

Необходимо отметить, что особенностью разработанной нами методикой является определение значений весовых коэффициентов w_i . Проведенное изучение показало, что в настоящее время в Беларуси экспресс-оценка инновационной деятельности резидентов научно-технологического парка нерегламентирована. Поэтому для ее проведения возможно использовать показатель, который характеризует уровень инновационной деятельности и выражен в качестве индекса инновационности (II).

Заключение

В процессе разработки методик экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности резидентов научно-технологических парков нами получены следующие результаты:

1. Обоснована структура методик и порядок ее проведения, а именно – поэтапная оценка эффективности инновационной деятельности резидентов. В отличие от существующих подходов в методике выстроенная экспресс-оценка отличается простотой расчетов и интерпретации полученных результатов, что положительно найдет отражение в практическом применении.

2. Установлены критерии перспективных преимуществ (разработка и внедрение инноваций, производство инновационной продукции, уровень добавленной стоимости) и уточнены критерии коммерциализации инноваций (технологичность, наукоемкость, экспортноориентированность, использование объектов интеллектуальной собственности), что позволяет повысить качество экспресс-оценки и оценить уровень коммерциализации инноваций.

3. Разработан метод расчета интегральной балльной оценки в виде индекса инновационности (II), в котором качественные характеристики инноваций определяются по результатам балльной оценки их технического уровня, а расходы, связанные с научными исследованиями и разработкой или внедрением инноваций указывают на инвестиционную деятельность организации. Характерной особенностью индекса инновационности является возможность его использования для проведения экспресс-оценки эффективности инновационной деятельности организаций не только аграрного бизнеса, но и микроорганизаций инновационного предпринимательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методологические основы статистической оценки инновационных процессов в странах СНГ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.cisstat.org/innovation/Oslo%20Manual%20Russian.pdf>. – Дата доступа: 10.06.2022.

2. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь Закон Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3 Принят Палатой представителей 31 мая 2012 года Одобрен Советом Республики 22 июня 2012 года изменения и дополнения: Закон Республики Беларусь от 11 мая 2016 г. № 364-3 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

3. Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры Указ Президента Республики Беларусь 3 января 2007 г. № 1 в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 12 марта 2018 г. № 105 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

4. Об утверждении форм государственной статистической отчетности 1-мп «Отчет о финансово-хозяйственной деятельности малой организации» и 1-мп (микро) «Отчет о финансово-хозяйственной деятельности микроорганизации» и указаний

по их заполнению утв. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 29 октября 2021 г. № 97 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

5. Об утверждении формы государственной статистической отчетности 4-у «Отчет о видах экономической деятельности организации» и указаний по ее заполнению утв. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 15 ноября 2019 г. № 119 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

6. Официальный сайт «Национальный статистический комитет Республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/informatsiya-dlya-respondenta/gosudarstvennye-statisticheskie-nablyudeniya/formy-gosudarstvennyh-statisticheskikh-nablyuden_2/albom-form-tsentralizovannyh-statisticheskikh-nablyudenii/strykturnaja_stat_1mp_1mp_mikro/index.php?sphrase_id=1666540 – Дата доступа: 14.06.2022.

7. Официальный сайт «Национальный статистический комитет Республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/informatsiya-dlya-respondenta/gosudarstvennye-statisticheskie-nablyudeniya/formy-gosudarstvennyh-statisticheskikh-nablyuden_2/albom-form-tsentralizovannyh-statisticheskikh-nablyudenii/statistika-nauki-i-innovatsii/ – Дата доступа: 14.06.2022.

8. Указания по заполнению формы государственной статистической отчетности 1-нт (наука) «Отчет о выполнении научных исследований и разработок» утв. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 19.07.2019 № 59 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

9. Указания по заполнению формы государственной статистической отчетности 1-нт (инновация) «Отчет об инновационной деятельности организации» утв. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 03.09.2021 № 76 // Бизнес-Инфо: Беларусь / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

10. Шутова, С. В. Современное состояние и возможности развития инновационной деятельности Республики Беларусь / С.В. Шутова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т; под ред. В. К. Пестис. – Гродно, 2016. – Т. 34. – С. 234–240.

11. Шутова, С. В. Особенности законодательства коммерциализации инноваций в Республике Беларусь / С. В. Шутова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса / Гродненский госуд. аграр. ун-т. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 39. – С. 320–329.

12. Шутова, С. В. Создание и функционирование инновационной инфраструктуры в Республике Беларусь / С. В. Шутова // Глобальні принципи фінансового, облікового та аналітичного забезпечення аграрного сектора економіки: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 8–9 листопада 2018 р. / Харк. нац. аграр. ун-т. – Харків: ХНАУ, 2018. – Вип. 2 – С. 156–159.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА В АНТИКРИЗИСНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК

И. Ю. ЧЕРНЕНКОВА, М. А. ОВСЯННИКОВА

Смоленский филиал института экономики ЧОУВО «СПБУТУиЭ»,
г. Смоленск, Российская Федерация, e-mail: chiu67@yandex.ru, shushunay@mail.ru

(Поступила в редакцию 20.07.2022)

Формирование эффективной информационно-аналитической системы превентивного антикризисного управления предприятиями АПК на базе методического инструментария выступает объективной необходимостью устойчивого развития предприятий АПК. Применение аналитического обеспечения в системе антикризисного управления повышает вероятность сохранения бизнеса от разрушения. В этой связи разработка теоретико-методологических основ аналитической функции антикризисного управления и практика формирования информационно-аналитической среды аналитического обеспечения антикризисных решений позволит существенно повысить реабилитационный потенциал института банкротства предприятий АПК. Высокий уровень значимости отнесен на аналитический блок управления затратами и прибылью предприятия АПК. В исследовании обоснована необходимость анализа вероятности возникновения кризисной ситуации, основным сигналом которой являются диспропорции в динамике изменения затрат и прибыли предприятия.

В статье представлены теоретические и практические аспекты комплексного подхода в антикризисном управлении на этапе досудебного оздоровления предприятий АПК. Адаптирован методологический подход к исследованию кризисной ситуации, причин неплатежеспособности и возможности ее восстановления, основанный на комплексном анализе финансово-хозяйственной деятельности ОАО «Авангард», который представляет интерес для кредиторов, потенциальных инвесторов, банков, налоговой службы, для органов законодательной и исполнительной власти. В представленном материале вынесены результаты наиболее актуального блока взаимосвязи затрат и прибыли в системе комплексного механизма аналитического обеспечения антикризисного управления на предприятиях АПК.

Предлагаемая методика опирается на расчет показателей с учетом влияния внешних и внутренних факторов, предназначена для оценки системы антикризисного управления современным агропредприятием и позволила провести анализ совокупности компонентов деятельности предприятия, в том числе затрат и прибыли; выявить негативно повлиявшие факторы и оценить возможные направления развития. Аналитические процедуры в системе управления затратами сельскохозяйственной организации предоставили важную информацию, позволяющую контролировать текущую деятельность предприятия, планировать его стратегию и тактику, оптимально использовать ресурсы, измерять и оценивать результаты деятельности.

Разработана информационно-аналитическая система антикризисного управления ОАО «Авангард» в блоке пропорций «затраты – прибыль»: произведен анализ динамики затрат и прибыли, выявлены диспропорции, на основании которых сформированы практические рекомендации в данном блоке по восстановлению платежеспособности организации. Преимуществами сформированных механизмов и методики аналитического обоснования в системе антикризисного управления являются: ориентация на обеспечение устойчивости операционной деятельности в стратегической перспективе, создание заделов и конкурентных преимуществ в ходе финансового оздоровления предприятий на различных уровнях процедур банкротства, а также универсальность (возможность использования в любых процедурах банкротства), сокращение сроков процедур, повышение достоверности и объективности анализа.

Ключевые слова: антикризисное управление, динамика, растениеводство, животноводство, структурная динамика, темп изменения.

The formation of an effective information-analytical system of preventive anti-crisis management of agro-industrial complex enterprises on the basis of methodological tools is an objective necessity for the sustainable development of agro-industrial complex. The use of analytical software in the anti-crisis management system increases the likelihood of saving the business from destruction. In this regard, the development of theoretical and methodological foundations of the analytical function of anti-crisis management and the practice of forming an information and analytical environment for the analytical support of anti-crisis solutions will significantly increase the rehabilitation potential of the institution of bankruptcy of agro-industrial complex. A high level of significance is attributed to the analytical block for managing the costs and profits of the agro-industrial complex. The study substantiates the need to analyze the likelihood of a crisis situation, the main signal of which is the imbalance in the dynamics of changes in the costs and profits of the enterprise.

The article presents the theoretical and practical aspects of an integrated approach in anti-crisis management at the stage of pre-trial rehabilitation of agribusiness enterprises. A methodological approach to the study of crisis situation, the causes of insolvency and the possibility of its recovery, based on a comprehensive analysis of the financial and economic activities of Avangard OJSC, which is of interest to creditors, potential investors, banks, tax authorities, and legislative and executive authorities, has been adapted. The presented material presents the results of the most relevant block of relationship between costs and profits in the system of an integrated mechanism for analytical support of anti-crisis management at agro-industrial complex enterprises.

The proposed methodology is based on the calculation of indicators, taking into account the influence of external and internal factors, is intended to assess the anti-crisis management system of a modern agricultural enterprise and made it possible to analyze the totality of the components of the enterprise's activities, including costs and profits; to identify the negatively influencing factors and to evaluate possible directions of development. Analytical procedures in the cost management system of an agricultural organization provided important information that allows you to control the current activities of the enterprise, plan its strategy and tactics, make the best use of resources, measure and evaluate performance.

An information-analytical system of anti-crisis management of OJSC Avangard was developed in the block of proportions "costs - profit": an analysis was made of the dynamics of costs and profits, imbalances were identified, on the basis of which practical recommendations were formed in this block to restore the organization's solvency. The advantages of the formed mechanisms and meth-

ods of analytical justification in the anti-crisis management system are: focus on ensuring the sustainability of operating activities in a strategic perspective, creating groundwork and competitive advantages in the course of financial recovery of enterprises at various levels of bankruptcy procedures, as well as universality (the ability to use in any bankruptcy procedures), reducing the duration of procedures, increasing the reliability and objectivity of the analysis.

Key words: *anti-crisis management, dynamics, crop production, animal husbandry, structural dynamics, rate of change.*

Введение

Одна из главных задач национальной экономики заключается в сохранении и развитии отрасли сельского хозяйства, которая является гарантом продовольственной безопасности и стабильного социально-экономического развития страны, обеспечивая население качественными продуктами питания и местом проживания. Сельское хозяйство в силу своей специфики не может в условиях рынка на равных участвовать в межотраслевой конкуренции. Относительно низкодоходное аграрное хозяйство, зависимое от природных факторов и имеющее ярко выраженный сезонный, циклический характер воспроизводства, является отраслью, более отсталой в технологическом плане по сравнению с промышленностью и дающей меньшую отдачу на вложенный капитал [1]. Поэтому аграрный сектор республики традиционно занимает особое положение среди других отраслей народного хозяйства и нуждается в регулировании государством. Государственное регулирование деятельности сельскохозяйственных предприятий определяется как политика государства, направленная на защиту предприятий от кризисных ситуаций, на предупреждение и предотвращение их банкротства. Тенденция ухудшения финансового состояния сельскохозяйственных организаций не может считаться преодоленной. В связи с этим актуальным является повышение эффективности механизмов финансового оздоровления несостоятельных, финансово неустойчивых предприятий агропромышленного сектора [1].

В настоящее время не существует единой системы аналитического обеспечения антикризисного управления сельскохозяйственной организацией, которая отражала бы специфику аграрного производства [2]. Процедура разработки, внедрения мероприятий антикризисного управления и оценки его эффективности ориентирована на определение мер антикризисного управления (кадрового, организационного, маркетингового характера) в отношении сельскохозяйственной организации, разработку плана его финансового оздоровления, выбор основных механизмов антикризисного финансового управления при угрозе банкротства, внедрение внутренних механизмов финансовой стабилизации организации. Эффективность антикризисного управления обеспечивается системным и комплексным подходом к анализу деятельности сельскохозяйственной организации, обеспечивающим формирование информационно-аналитической платформы аналитического обоснования управленческих решений по финансовому оздоровлению предприятий АПК [3].

Теоретико-методологические основы и практические аспекты аналитического обеспечения антикризисной программы финансового оздоровления сельскохозяйственных организаций характеризуются низким уровнем проработки. Вопросы аналитической платформы антикризисного управления сельскохозяйственных организаций раскрыты в работах В. А. Белоусова, А. Б. Дударевой, В. А. Кундиус, О. В. Сергиенко, А. Е. Малахова, Ю. В. Малаховой, Г. В. Савицкой и др.

Цель исследования – разработать информационно-аналитическую среду антикризисного управления предприятия в процедурах банкротства.

Основная часть

При проведении исследования использовались общенаучные методы анализа и синтеза, обобщения, аналогии, сравнения. В исследовании продиагностирован анализ затрат в системе формирования прибыли предприятий АПК. По данным статистической отчетности, форм АПК, произведен ретроспективный анализ затрат на производство продукции растениеводства и животноводства с целью выявления тенденций изменения и факторов негативных отклонений. Информационно – аналитическая среда системного анализа затрат и прибыли построена на основе отчетности ОАО «Авангард». По итоговой строке затрат на производство продукции ОАО «Авангард» отмечена тенденция роста в рассматриваемом временном интервале: базисные темпы роста составили 104,29 и 111,44 %, что связано с увеличением затрат на рубль товарной продукции относительно установленного ранее уменьшения объемов производства (табл. 1).

Таблица 1. Анализ динамики затрат на производство и реализацию продукции ОАО «Авангард» за 2018–2020 гг.

Состав затрат по элементам	Сумма, тыс. руб.			Темп изменения, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2019 2018	2020 2018	2020 2019
1 Материальные затраты	1 703	1 806	2 134	106,05	125,31	118,16
1.1 сырье и материалы	1 496	1 560	1 914	104,26	127,92	122,69
1.2 топливо	173	213	158	123,19	91,38	74,18
1.3 электрическая энергия	34	33	33	97,63	97,63	100,00
1.4 прочие материальные затраты	0	0	29	-	-	-
2 Затраты на оплату труда	417	462	310	110,74	74,30	67,10
3 Отчисления на социальные нужды	117	143	93	122,43	79,62	65,03
4 Амортизация основных средств	322	257	312	79,71	96,77	121,40
5 Прочие затраты	12	14	17	113,82	138,21	121,43
Итого затраты на производство продукции	2 572	2 682	2 866	104,29	111,44	106,86
в том числе:						
– переменные расходы	2 273	2 584	2 462	113,73	108,32	95,25
– постоянные расходы	299	98	404	32,61	135,16	414,45
Объем производства, тыс. руб.	2 110	2 213	2 392	104,88	113,36	108,09
Затраты на рубль товарной продукции, руб.	1,219	1,212	1,198	99,44	98,31	98,86

В 2020 г. по сравнению с 2019 г. относительное увеличение затрат составило 6,86 %. В составе материальных затрат в 2020 г. относительно 2019 г. произошло увеличение расходов по сырью и материалам на 22,69 %; уменьшение по статье расходов на топливо на 25,82 %; энергия осталась на уровне 2019 г. В 2020 г. уменьшились расходы на оплату труда: темпы снижения относительно 2018–2019 гг. составили соответственно 74,30 и 67,10 %. Отмечен прирост амортизационных отчислений за отчетный период соответственно на 21,40 %. Установлено, что в значительной мере выросли постоянные расходы при одновременном снижении переменных затрат. Наибольшее уменьшение приходится на трудовые затраты, рост отмечен по прямым материальным затратам. Затраты на рубль товарной продукции в 2020 г. составили 1,198 р./ р. и снизились на 1,69 % относительно 2018 г. и на 1,14 % относительно 2019 г. Показатель за 2018–2020 гг. свидетельствует об убыточной операционной деятельности предприятия.

Наибольший удельный вес в структуре затрат приходится на материальные затраты: за 2018–2020 гг. соответственно 66,22; 67,34; 74,46 %, что соответствует положительной структурной динамике. Примерно в одинаковых пропорциях отмечены трудовые и амортизационные затраты в структуре производственных расходов (в 2020 г. 10,82 и 10,89 %), что соответствует невысокому уровню трудовых затрат в комплектации и соответственно низкому стимулированию труда с учетом отсутствия достаточного уровня механизации и автоматизации производства (табл. 2).

Таблица 2. Анализ структуры затрат на производство и реализацию продукции ОАО «Авангард» за 2018–2020 гг.

Состав затрат по элементам	Структура, %			Структурная динамика, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2019 2018	2020 2018	2020 2019
1 Материальные затраты	66,22	67,34	74,46	1,12	8,24	7,12
1.1 сырье и материалы	58,18	58,17	66,78	-0,02	8,60	8,62
1.2 топливо	6,72	7,94	5,51	1,22	-1,21	-2,43
1.3 электрическая энергия	1,31	1,23	1,15	-0,08	-0,16	-0,08
1.4 прочие материальные затраты	0,00	0,00	1,01	0,00	1,01	1,01
2 Затраты на оплату труда	16,22	17,23	10,82	1,00	-5,41	-6,41
3 Отчисления на социальные нужды	4,54	5,33	3,24	0,79	-1,30	-2,09
4 Амортизация основных средств	12,54	9,58	10,89	-2,95	-1,65	1,30
5 Прочие затраты	0,48	0,52	0,59	0,04	0,11	0,07
Итого затраты на производство продукции	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
в том числе:						
– переменные расходы	88,37	96,36	85,89	8,00	-2,48	-10,47
– постоянные расходы	11,63	3,64	14,11	-8,00	2,48	10,47

Высокий уровень материалоемкости продукции при условии снижения объемов производства и обозначили структурные сдвиги в пользу материальных затрат: по 2020 г. на 8,24 и 7,12 процентных пунктов. Данная реструктуризация расходов произошла в результате снижения доли расходов на оплату труда соответственно на 5,41 и 6,41 %. Следствием падения объемов производства также рассмотрена положительная структурная динамика постоянных расходов на 10,47 процентных пунктов и снижение долевого участия переменных затрат в формировании себестоимости на эту же величину. Основная причина отмеченной ситуации – недостаточный портфель рентабельных продаж, значительный уровень затрат на ядохимикаты, удобрения, корма при одновременном снижении качества

реализуемой продукции (забракованность продукции растениеводства определяется ножницами объемов проданной продукции в натуре и в зачетном весе, низкая категоричность продаж КРС). Затраты на оплату труда в структуре производственных затрат составили в 2020 г. 10,82 %, что на 6,41 п. п. ниже удельного веса данной категории затрат 2019 г.

Значительный удельный вес в структуре затрат в 2018–2020 гг. занимают материальные затраты: соответственно 66,22; 67,34 и 74,46 %. В 2020 г. данный показатель относительно 2019 г. увеличился на 18,16%, удельный вес в структуре затрат в динамике вырос на 7,12 процентных пунктов. Изменения в структуре затрат соответствуют росту доли материальных расходов за счет снижения затрат на оплату труда и отчисления на социальные нужды.

К комплексным статьям затрат (косвенным расходам) относятся: общепроизводственные, общехозяйственные, управленческие и коммерческие расходы, прочие расходы. Анализ этих расходов начинается с расчета их удельного веса в полной себестоимости продукции. Эти данные сравниваются с запланированными и данными прошлых лет. Так как накладные расходы связаны в основном с обслуживанием и управлением производством, то их снижение представляет собой важный фактор роста прибыли предприятия. Чтобы проследить динамику изменения косвенных расходов, необходимо рассчитать эти расходы на рубль товарной продукции. Косвенные расходы – условно-постоянные, т. е. их величина не зависит от изменения выпуска товарной продукции. Поэтому увеличение объема выпуска позволит снизить данные расходы в расчете на рубль товарной продукции и благодаря этому добиться снижения себестоимости произведенной продукции. При формировании себестоимости продукции незначительный удельный вес приходится на общепроизводственные и общехозяйственные расходы. Доля накладных расходов ОАО «Авангард» в структуре себестоимости составила в 2018 г. – 11,63 %; в 2019 г. – 3,64 %; в 2020 г. – 14,11 %.

В табл. 3 приведена динамика объемов и структуры затрат на производство отдельных видов продукции растениеводства и животноводства.

Таблица 3. Динамика состава и структуры затрат на производство продукции растениеводства и животноводства

Культуры, виды животных	2018 г.		2019 г.		2020 г.		Структурная динамика, п.п.	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	2019–2018 гг.	2020–2019 гг.
Зерновые и зернобобовые	399	14,94	278	11,04	186	6,34	-3,90	-4,70
в том числе								
– озимые зерновые	193	7,22	98	3,88	65	2,22	-3,34	-1,67
– яровые зерновые	141	5,28	125	4,96	74	2,52	-0,32	-2,44
– зернобобовые	65	2,45	55	2,20	47	1,60	-0,25	-0,60
Рапс	39	1,47	22	0,87	45	1,53	-0,60	0,66
Плоды семечковые, косточковые	64	2,41	81	3,22	126	4,29	0,80	1,08
Многолетние травы	114	4,28	102	4,07	104	3,54	-0,21	-0,52
Однолетние травы	22	0,83	45	1,81	37	1,26	0,97	-0,54
Кукуруза на силос, зеленый корм	102	3,81	104	4,12	159	5,42	0,31	1,30
Сенокосы естеств. и пастбища (естеств.)	2	0,08	23	0,90	17	0,58	0,82	-0,32
Улучшенные сенокосы и пастбища	78	2,93	46	1,81	39	1,33	-1,12	-0,48
Силосование	325	12,18	216	8,58	550	18,75	-3,61	10,17
Сенажирование	524	19,64	426	16,95	478	16,29	-2,70	-0,65
Итого по растениеводству	1 671	62,58	1 342	53,36	1 741	59,34	-9,22	5,97
Крупный рогатый скот молочного направления:								
основное стадо молочного скота	478	17,90	592	23,53	594	20,25	5,62	-3,28
животные на выращивании и откорме	521	19,52	581	23,11	599	20,42	3,59	-2,69
Итого по животноводству	999	37,42	1 173	46,64	1 193	40,66	9,22	-5,97
Всего	2 670	100,00	2 515	100,00	2 934	100,00	0,00	0,00

На продукцию растениеводства приходится 59,34 % затрат ОАО «Авангард», что соответствует росту удельного веса в динамике на 5,97 п. п. Наибольший прирост доли в 2020 г. отмечен по силосованию. Снизилась доля затрат на содержание основного стада молочного скота, животных на выращивании и откорме соответственно на 3,28 и 2,69 процентных пунктов.

Комплексный анализ предусматривает изучение затрат на производство и реализацию продукции как фактора, образующего прибыль и рентабельность предприятия. В связи с этим произведен анализ прибыли и рентабельности хозяйственной деятельности ОАО «Авангард» за 2018–2020 г. (табл. 4).

Установлена устойчивая тенденция снижения объемов реализации продукции за 2018–2020 г. в действующих ценах, что также соответствует уменьшению объемных показателей в сопоставимых

ценах. Базисный темп снижения в 2020 г. составил 98,82 %; относительное уменьшение в 2020 г. к 2019 г. определено размером 76,25 %.

Таблица 4. Анализ динамики показателей прибыли и рентабельности ОАО «Авангард»

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темпы изменения (%) или отклонение (+,-)		
				2019 2018	2020 2018	2020 2019
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	991	1 284	979	129,61	98,82	76,25
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	916	1 185	1 089	129,44	118,95	91,90
Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	75	99	-110	131,65	-146,28	-111,11
Управленческие расходы, тыс. руб.	67	110	52	163,93	77,50	47,27
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	8	-11	-162	-135,80	-2000	1472,73
Прибыль (убыток) от текущей деятельности, тыс. руб.	193	101	66	52,28	34,16	65,35
Прибыль (убыток) от инвестиционной и финансовой деятельности, тыс. руб.	-116	-61	-95	52,63	81,97	155,74
Прибыль (убыток) до налогообложения, тыс. руб.	77	40	-29	51,75	-37,52	-72,50
Чистая прибыль (убыток), тыс. руб.	77	40	-29	51,75	-37,52	-72,50
Затраты на рубль реализованной продукции, руб./руб.	0,992	1,009	1,165	101,69	117,51	115,56
Рентабельность (убыточность) реализованной продукции, %	0,81	-0,85	-14,20	-1,66	-15,01	-13,35
Рентабельность (убыточность) продаж, %	0,81	-0,86	-16,55	-1,66	-17,35	-15,69

Себестоимость реализованной продукции с учетом действующей практики отнесения затрат в запасах на себестоимость выросла в 2020 г. относительно 2018 г. на 18,95 % и снизилась по сравнению с 2019 г. на 8,10 %, что обусловлено в определенной мере снижением объемов продаж. Сложившаяся динамика выручки от реализации и затрат определили снижение прибыли и рост убытков. Затраты на 1 рубль реализованной продукции в 2020 г. составили 1,165 р., что определяет убыточную производственно-сбытовую деятельность и составляет 115,56 % к уровню 2019 года. Увеличение показателя отмечено уже в 2019 г. - прирост 1,69% относительно уровня 2018 г. Отмечен опережающее снижение реализованной продукции по сравнению с темпами изменения себестоимости реализованной продукции, что соответствует тенденции увеличения затрат на 1 рубль реализованной продукции в рассматриваемом временном интервале.

Относительно 2018 г. прирост в 2019–2020 гг. соответственно составил 1,69; 17,51 %. Затраты на 1 рубль реализованной продукции в 2020 г. составили 1,165 р. и выросли по сравнению с 2019 г. на 0,157 р. или на 15,56 %. Убыток от продаж, убыток до налогообложения и чистый убыток в 2020 г. составили соответственно -162; -29; -29 тыс. р. В 2020 г. предприятием получена прибыль от текущей деятельности в размере 66 тыс. р., размер которой ниже суммы прибыли 2019 г. на 34,65 %. Аналогичная ситуация просматривается по остальным позициям прибыли (убытка). Отмечен рост в динамике убытка до налогообложения, о чем свидетельствует отрицательное значение темпа изменения за 2019–2020 гг. соответственно -72,50 % (убыток 2020 г. составил 72,5 % прибыли 2019 г.).

В целом, полученные результаты свидетельствуют об убыточной производственно-финансовой деятельности ОАО «Авангард» в 2020 г.: аналитические данные характеризуют спад объемов производства и продаж в динамике. Наибольшее снижение приходится на 2020 г. и далее падение объемных показателей. Маржинальная прибыль (маржа) не справилась с покрытием накладных расходов и обеспечила значительные убытки по операционной деятельности, которые были отягощены финансовыми результатами от инвестиционной и финансовой деятельности.

В результате предприятие не обеспечило регламент выплат заработной платы и финансирования операционной, финансовой и инвестиционной деятельности ОАО «Авангард».

В соответствии с полученным убытком от реализации в 2019–2020 гг. установлена отрицательная рентабельность (убыточность) реализованной продукции и продаж: в 2020 г. соответственно -14,20 и -16,55 %. В динамике определен значительный прирост убыточности рассматриваемых показателей.

Анализ информации табл. 5 показывает, что рентабельность продукции практически по всем рассматриваемым ассортиментным позициям продукции растениеводства в динамике значительно снизилась в результате более низких темпов уменьшения себестоимости продукции относительно темпов снижения выручки.

Продукция животноводства реализуется со значительным убытком, что соответствует отрицательной рентабельности и ее росту в динамике. Данная ситуация определена оптимизацией основного стада (уменьшением поголовья крупного рогатого скота) и продажей мясокомбинатам КРС с низким уровнем качества (упитанности и других характеристик).

Таблица 5. Анализ динамики рентабельности отдельных видов продукции

Показатель	Выручка от реализации, тыс. руб.		Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.		Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.		Рентабельность продаж, %		
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	изменение
Продукция растениеводства	531,60	109,00	428,10	92,00	103,50	17,00	19,47	15,60	-3,87
Культуры зерновые (озимые и яровые) без кукурузы, в том числе:	326,60	105,00	246,50	89,00	80,10	16,00	24,53	15,24	-9,29
пшеница	44	0	29,7	0	14,3	0	32,50	–	–
рожь	47	16	39,9	14	7,1	2	15,11	12,50	-2,61
тритикале	69,4	42	50,4	38	19	4	27,38	9,52	-17,86
ячмень	82,6	24	58,1	19	24,5	5	29,66	20,83	-8,83
овес	83,6	23	68,4	18	15,2	5	18,18	21,74	3,56
Рапс	2,8	31	2,2	29	0,6	2	21,43	6,45	-14,98
Продукция выращивания животных (КРС в живом весе)	205,90	192,00	387,40	494,00	-181,50	-302,00	-88,15	-157,29	-69,14
Молоко	517,6	500	458,2	462	59,4	38	11,48	7,60	-3,88

Таким образом, на протяжении рассматриваемого периода отмечается отрицательная тенденция по прибыли и рентабельности продаж, что свидетельствует о дестабилизации финансового положения предприятия. По итогам 2019–2020 гг. имеет место отрицательный финансовый результат по чистой прибыли, что обусловлено рядом причин, в том числе полученными убытками по основному виду деятельности в результате отрицательного дефлятора цен на продукцию предприятия и покупные материалы. Для реализации антикризисных мер предприятию рекомендована работа по снижению затрат на производство и реализацию продукции при одновременном использовании инструментария операционного и финансового левириджа. Нарастивание маржинальной прибыли и одновременно сокращение постоянных расходов в себестоимости единицы продукции в соответствии с регламентом сокращения наиболее емких материальных и трудовых затрат. В данном контексте предусмотрено максимальное использование производственного потенциала, технических возможностей ОАО «Авангард» на базе инноваций.

Решение поставленных антикризисных задач рекомендовано за счет мероприятий: совершенствования системы управления организацией, в том числе системы труда, роста производительности труда; разработки системы наиболее эффективного использования ресурсного потенциала предприятия, в частности оптимизация посевных площадей в разрезе основной продукции растениеводства (табл. 6).

Таблица 6. Прогноз структуры посевных площадей

Сельскохозяйственные культуры	Площадь пашни под культурами, га			Структура посевных площадей, %		
	2021 г.	2022 г.	изменение	2021 г.	2022 г.	изменение
Рожь	300	300	0	35,29	28,20	-7,10
Тритикале	0	69	69	0,00	6,48	6,48
Ячмень	150	320	170	17,65	30,08	12,43
Овес	200	190	-10	23,53	17,86	-5,67
Рапс	50	135	85	5,88	12,69	6,81
Зернобобовые культуры (овощи бобовые сушеные лущеные)	150	50	-100	17,65	4,70	-12,95
Итого	850	1064	214	100,00	100,00	0,00

Предусмотрены прирост пахотных земель на 25,18 %, а также их реструктуризация. Предусмотрено увеличение удельного веса посевных площадей тритикале на 6,48 процентных пунктов, ячменя – на 12,43 процентных пунктов, рапса – на 6,81 процентных пунктов за счет сокращения посевов ржи, овса, зернобобовых культур. Оптимизация посевных площадей в разрезе основной продукции растениеводства произведена по критериям плодородия земель и урожайности культур.

Заключение

В системе антикризисного управления для стабилизации финансового положения предприятия рекомендовано разработать внутреннюю стратегию развития, ориентированную на восстановление платежеспособности по направлениям: рост продуктивности животных и повышение качества молока; увеличение объемов производства и реализации продукции растениеводства и животноводства; производство продукции высокого качества и соответствующее повышение цен с учетом оптимизации структуры рынков сбыта; снижение трудоемкости продукции.

В качестве приоритетных мероприятий, направленных на восстановление платежеспособности и поддержку эффективной хозяйственной деятельности ОАО «Авангард», определены следующие: оп-

тимизация производственных процессов в разрезе отдельных видов продукции и экономия затрат, в том числе совершенствование технологических процессов растениеводства и животноводства; использование прогрессивных технологий выращивания и содержания молодняка КРС; энерго и ресурсосбережение; снижение затрат на производство; совершенствования сбытовой политики с использованием инструментария комплекса; совершенствование стратегии ценообразования (акцент на стратегию продаж молока, КРС молочного направления); ликвидация дебиторской задолженности; оптимизация сельскохозяйственных угодий, посевных площадей.

Для оптимизации процесса производства продукции растениеводства, сокращения перевозок и оптимизации сельскохозяйственных угодий (площадей) необходимы: реструктуризация пахотных земель относительно продукции высокого качества, имеющей наибольшую цену рекомендовано увеличение посевной площади под ячмень, тритикале, рапс за счет сокращения посевов ржи, зернобобовых); внесение оптимальных доз минеральных удобрений на гектар посевной площади; внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на всей площади сева; обеспечение качественного сортового и видового состава зерновых и зернобобовых культур, имеющих высокую кормовую ценность; рациональное использование техники для выполнения сельскохозяйственных работ в оптимальные сроки; применение интегрированной системы защиты растений от болезней и вредителей, а также посевов от сорняков.

Оптимизация животноводческой деятельности, в т.ч. осуществление эффективной работы со стадом, включая: сокращение непроизводительного выбытия молодняка; повышение технологических среднесуточных привесов; сокращение выбраковки коров основного стада; ввод в основное стадо только наиболее продуктивных первотелок, обновление поголовья стада; увеличение сроков хозяйственного использования коров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кундиус, В. А. Стратегии антикризисного управления, особенности их формирования в сельском хозяйстве / В. А. Кундиус, О. В. Сергиенко // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2021. – №2. – С. 204–212.
2. Белоусов, В. А. Совершенствование информационного обеспечения антикризисного управления деятельностью предприятий / В. А. Белоусов, В. Н. Гончаров // E-Management. – 2019. – №1. – С. 52–59.
3. Малахова, Ю. В. Система антикризисного управления в сельскохозяйственных организациях / Ю. В. Малахова, А. Е. Малахов // Продовольственная политика и безопасность. Том 3. – 2016. – № 4. – С. 233–242.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 632. 952: 633.854.78

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

**П. А. САСКЕВИЧ, Л. Г. КОГОТЬКО, В. Р. КАЖАРСКИЙ,
В. П. ДУКТОВ, А. С. ЖУРАВСКИЙ, Н. В. УСТИНОВА**

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

(Поступила в редакцию 12.05.2022)

В статье приведены результаты биологической, хозяйственной и экономической эффективности применения фунгицидов в посевах раннеспелых гибридов подсолнечника Агат и LG-5412. Применение фунгицидов позволяет сохранить продуктивность культуры до 21,7%. Урожайность подсолнечника в изучаемых вариантах в среднем варьирует от 32,4–40,6 ц/га. Максимальное содержание масла в семенах гибрида Агат составляет 45,8% в варианте с двукратным применением Амистар трио, КЭ, 1,0 л/га, в семенах гибрида LG-5412 – 51,5% в варианте с двукратным применением Прозаро, КЭ 0,8 л/га. Контроль развития видов болезней листового аппарата находится на высоком или удовлетворительном уровне. Максимальный чистый доход составил 4260,51 тыс. руб/га в варианте с двукратным применением Прозаро, КЭ, 0,8 л/га, минимальная себестоимость (26,17 тыс. руб/ц) и максимальная рентабельность (408,1%) получена при использовании Прозаро, КЭ 0,6 л/га.

Ключевые слова: подсолнечник, болезни, фунгициды, биологическая, хозяйственная, экономическая эффективность.

The article presents results of research into the biological and economic efficiency of the use of fungicides in crops of early ripe sunflower hybrids Agat and LG-5412. The use of fungicides makes it possible to maintain crop productivity up to 21.7%. The yield of sunflower in the studied variants varies on average from 3.24 to 4.06 t/ha. The maximum oil content in the seeds of the Agat hybrid is 45.8% in the variant with double application of Amistar trio, EC, 1.0 l/ha, in the seeds of hybrid LG-5412 – 51.5% in the variant with double application of Prozaro, EC, 0.8 l/ha. The control of the development of types of diseases of the leaf apparatus is at a high or satisfactory level. The maximum net income amounted to 4260.51 thousand rubles/ha in the variant with double application of Prozaro, EC, 0.8 l/ha, the minimum cost (2.617 thousand rubles/t) and the maximum profitability (408.1%) were obtained when using Prozaro, EC, 0.6 l/ha.

Key words: sunflower, diseases, fungicides, biological, economic, economic efficiency.

Введение

Фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур является определяющим элементом в формировании продуктивности агроценозов. Основу фитосанитарного состояния посевов подсолнечника составляет комплекс фитопатогенных микроорганизмов. По сведениям исследователей в данной области в посевах подсолнечника насчитывается свыше 50 болезней, из числа которых болезни грибной этиологии доминируют [1, 3, 9, 11, 18]. Видовой состав возбудителей, степень развития и вредоносность болезней, а также фенологические сроки их наступления зависят от погодноклиматических условий произрастания культуры, степени устойчивости гибрида или сорта, а также агротехники возделывания культуры. Одним из способов моделирования фитосанитарного состояния посевов подсолнечника является обработка их фунгицидами, стратегия применения которых может быть различной. Длительное время она традиционно включала исключительно обработку семян и лишь в некоторых хозяйствах была предусмотрена десикация посевов. Так, на момент начала проведения исследований в Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь было зарегистрировано два фунгицида, один из них – для протравливания семян, второй – для опрыскивания посевов, в действующем реестре зарегистрировано пять фунгицидов, из них четыре для опрыскивания [4, 7].

Согласно регламентам применения фунгициды в период вегетации культуры рекомендуется вносить однократно, вместе с тем, согласно многолетним наблюдениям, данная обработка требует корректировки ввиду более ранних сроков наступления массового развития болезней [15]. В настоящее время ведущие фирмы-производители средств защиты растений в сегменте защиты масличных куль-

тур в посевах подсолнечника рекомендуют 5–7 обработок, из числа которых для защиты от болезней применяют не менее 2–3 в период вегетации культуры, протравливание семян и десикацию посевов. Вместе с тем в Республике Беларусь подсолнечник по-прежнему относится к числу ограниченно возделываемых культур и затраты на испытание, регистрацию и последующий выход на рынок республики превышают прогнозируемую прибыль от реализации пестицидов, что сдерживает расширение их регистрации. В то же время возрастающий интерес к культуре подсолнечника в Беларуси обусловлен потребностями внутреннего рынка в масличных культурах и продуктах их переработки, в связи с чем изучение способов моделирования фитосанитарного состояния посевов подсолнечника осуществляется в ведущих научных учреждениях страны, а также некоторых передовых хозяйствах, что позволяет контролировать развитие болезней и за счет комплекса приемов, ограничивающих их развитие, сохранить до 3–8 ц/га семян [2, 10, 12, 14, 16, 17].

Цель исследования – изучить биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность применения фунгицидов в посевах подсолнечника.

Основная часть

Исследования проводились в УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2013–2015 годах. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидных суглинках, слабокислая ($pH_{ксл}$ 5,9–6,0), гумус (1,9–2,0 %), обеспеченность подвижными формами P_2O_5 – 172–178 и K_2O – 278–281 мг/кг почвы соответственно. Площадь опытной деланки 50 м², повторность опыта 4-кратная, размещение деланок систематическое. Посев осуществлен в первой декаде мая, с формированием густоты растений к уборке 60 тыс. шт/га. После посева до всходов культуры вносили гербицид стопп, 33 % к. э. (5 л/га), в фазу начала закладки соцветий – эколест моно бор (3 л/га), минеральные удобрения применялись из расчета $N_{60}P_{60}K_{90}$.

В исследованиях использовались раннеспелые гибриды Агат и LG-5412. Изучаемые препараты – Прозаро, КЭ (протиокназол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л), Амистар трио, КЭ (азоксистробин, 100 г/л + ципроконазол, 30 г/л + пропиконазол, 125 г/л), в качестве эталона использовался Пиктор, КС (димоксистробин, 200 г/л + боскалид, 200 г/л). Препараты вносились в стадию 16 (6 листьев культуры) и 65 (середина цветения), при двукратном применении; при однократном применении – в стадию 65.

Учет болезней осуществлялся по общепринятым методикам ВНИИМК с использованием пятибалльной шкалы – в фазу полных всходов, в фазу цветения и в фазу полной спелости [6].

Статистическая обработка результатов эксперимента проведена методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа по Доспехову Б. А. (1985), MS Excel [5].

Определение масличности семян, содержания белка и лузжистости осуществлялось согласно ГОСТу [8, 13].

По результатам наблюдения установлено, что видовой состав фитопатогенов во многом определялся погодными условиями вегетационного периода и филогенетической специализацией патогенов по отношению к возделываемым гибридам. Так, поражение возбудителями склеротиниоза, серой гнили и альтернариоза зафиксировано ежегодно, а развитие пероноспороза, ржавчины и септориоза определялось вышеназванными факторами (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая эффективность применения фунгицидов, 2013–2015 гг. (среднее)

Вариант опыта	Агат						LG-5412					
	Scl.	B	A	Ph.*	S*	Pl.*	Scl.	B	A*	Puc.*	Pl.*	
Контроль**	13,5	15,5	18,7	6,0	8,4	12,9	6,5	6,5	5,8	7,0	7,7	
Пиктор, КС, 0,5 л/га	80,7	91,2	72,2	21,7	64,3	41,1	87,7	92,3	89,7	50,0	46,8	
Прозаро, КЭ	0,6 л/га	74,1	86,6	63,1	16,7	66,7	–	84,6	83,1	86,2	42,9	–
	0,3+0,3 л/га	17,8	49,1	32,1	28,3	47,6	–	70,8	56,9	75,9	21,4	–
	0,6+0,6 л/га	78,5	87,4	74,9	38,3	73,8	–	90,8	86,2	100	50,0	–
	0,8 л/га	81,5	89,6	68,4	20,0	73,8	–	95,4	92,3	100	45,7	–
	0,4+0,4 л/га	27,4	53,4	35,8	31,7	52,4	–	73,8	61,5	79,3	27,1	–
	0,8+0,8 л/га	85,9	92,6	78,6	43,3	78,6	–	100	100	100	55,7	–
Амистар трио, КЭ	0,8 л/га	60,0	78,2	48,1	11,7	54,8	46,5	69,2	73,8	77,6	74,3	59,7
	0,4+0,4 л/га	11,1	41,0	28,9	23,3	44,0	54,3	58,5	38,5	74,1	47,1	64,9
	0,8+0,8 л/га	62,2	81,6	53,5	30,0	77,4	58,9	76,9	86,2	100	85,7	77,9
	1,0 л/га	64,4	84,5	56,7	16,7	64,3	50,4	80,0	80,0	79,3	77,1	62,3
	0,5+0,5 л/га	17,8	46,6	32,6	26,7	61,9	55,0	63,1	47,7	75,9	52,9	66,2
	1,0+1,0 л/га	70,4	86,0	61,5	35,0	82,1	62,8	86,2	95,4	100	87,1	77,9

** – развитие болезни (ст. 85), * – развитие за два года, Scl. – склеротиниоз, B – серая гниль, A – альтернариоз, Ph – фомоз, S – септориоз, Pl. – пероноспороз, Puc. – ржавчина.

Биологическая эффективность контроля степени развития склеротиниоза корзинок в эталонном варианте опыта составляет 80,7–87,7 %. Эффективность изучаемых фунгицидов при однократном применении максимальных норм расхода составляет в вариантах с внесением Прозаро, КЭ 74,1–95,4 %; двукратное применение обеспечивает контроль белой гнили в диапазоне от 78,5 до 100 %. В вариантах опыта с применением Амистар трио, КЭ данные показатели соответственно составили – 60,0–80,0 % и 62,2–86,2 %. Дробление норм расхода фунгицидов обеспечило биологическую эффективность в посевах гибрида Агат на уровне 11,1–27,4 %; в посевах гибрида LG-5412 за счет отсутствия стеблевой формы белой гнили и снижения инфекционной нагрузки данные значения составили – 58,5–73,8 %.

Максимальная биологическая эффективность в отношении контроля серой гнили достигнута при двукратном применении максимальных норм расхода изучаемых фунгицидов, при внесении минимальных норм расхода снижение развития серой гнили в посевах гибрида Агат составляет 41,0–53,4 %, в посевах гибрида LG-5412 – 38,5–61,5 %.

В период проведения наблюдений из числа болезней листового аппарата доминирует альтернариоз, возбудителями данной болезни является целый комплекс грибов рода *Alternaria*, отличающихся агрессивностью, паразитизмом и онтогенетической специализацией. Массовое развитие альтернариоза отмечается в фазу цветения подсолнечника, первые признаки болезни зафиксированы в фазе 6–8 листьев культуры. Благодаря проведению профилактических обработок в начале листообразования культуры, обеспечен удовлетворительный контроль развития данного заболевания. Двукратное внесение минимальных норм расхода фунгицидов в изучаемых вариантах с применением Прозаро, КЭ составляет 32,1–35,8 % в посевах гибрида Агат и 75,9–79,3 % в посевах гибрида LG-5412, в вариантах с применением Амистар трио, КЭ данные показатели соответственно составили – 28,9–32,6 % и 74,1–75,9 %. Максимальный контроль развития альтернариоза зафиксирован при двукратном применении максимальных норм расхода изучаемых фунгицидов. В посевах гибрида LG-5412, более высокая биологическая эффективность объясняется меньшей степенью развития альтернариоза и более поздними сроками его появления.

Контроль степени развития септориоза находится на уровне контроля степени развития альтернариоза, в эталонном варианте биологическая эффективность составляет 64,3 %, внесение минимальных норм расхода в вариантах с применением фунгицида Прозаро, КЭ обеспечивает контроль развития болезни на уровне 52,4 %, в вариантах с применением Амистар трио, КЭ – 61,9 %; однократное применение обеспечивает контроль над развитием болезни на 54,8–73,8 %.

Минимальная степень контроля фитопатогенного комплекса получена в контроле развития фомоза и пероноспороза. Контроль развития фомоза в изучаемых вариантах опыта варьировал от 11,7 до 43,3 %, согласно изучаемой схеме опыта, максимальный контроль получен в вариантах опыта с применением профилактических обработок, минимальный – в вариантах с применением однократной обработки, следует отметить, что ее более низкая эффективность связана с развитием пятен фомоза лишь в нижнем ярусе, массовое развитие болезни приходится на период с 4–6 листьев культуры, к моменту цветения, в период наблюдения болезнь приостанавливала свое развитие, пораженные листья к этому моменту постепенно отмирали.

Контроль пероноспороза в посевах гибрида Агат и LG-5412 зафиксирован в вариантах опыта с применением Амистар трио, КЭ, в вариантах опыта по изучению биологической эффективности фунгицида Прозаро, КЭ контроль развития пероноспороза не зафиксирован, так как входящие в его состав действующие вещества триазольной группы, не сдерживают развитие оомицетов. Эффективность Амистар трио, КЭ в исследованиях варьирует при однократном применении 46,5–62,3 %, при двукратном применении в минимальных нормах расхода составляет 54,3–66,2 %, в максимальных нормах расхода двукратное применение обеспечивает контроль пероноспороза на 58,9–77,9 %.

В изучаемых вариантах опыта контроль степени развития фитопатогенного комплекса грибов позволяет сохранить урожай маслосемян подсолнечника до 7,1 ц/га, за счет сдерживания развития прикорневых и стеблевых гнилей до 6 %, увеличения массы тысячи семян до 7,1 %, количества семян в корзинке до 3,6 %, массы семян с корзинки на 0,2–8,6 % (табл. 2).

В целом применение фунгицидов Прозаро, КЭ и Амистар трио, КЭ обеспечивает увеличение продуктивности посева на 1,4–21,7 %, максимальная величина сохраненного урожая получена в вариантах опыта с использованием двукратного применения максимальных из изучаемых норм расхода фунгицидов как в посевах гибрида Агат, так и в посевах гибрида LG-5412.

Таблица 2. Хозяйственная эффективность применения фунгицидов, 2013–2015 гг. (среднее)

Вариант опыта	Кол-во растений, шт/м ²	Масса 1000 семян, г	Число семян в корзинке, шт.	Масса семян с корзинки, г	Продуктивность посева, г/м ²	Хозяйственная урожайность, ц/га	Масличность, %	Содержание белка, %	Лузжистость, %	
Агат										
Контроль	5,9	56,0	987,6	55,5	329,1	31,2	35,8	24,0	27,6	
Пиктор, КС, 0,5 л/га	6,2	59,0	974,9	57,7	359,0	34,3	37,7	24,1	25,8	
Прозаро, КЭ	0,6 л/га	6,2	57,5	981,4	56,5	350,2	33,5	38,1	23,3	23,4
	0,3+0,3 л/га	6,2	56,5	984,8	55,8	346,6	32,9	36,2	19,6	26,2
	0,6+0,6 л/га	6,5	58,9	974,2	57,4	376,9	36,0	40,5	26,4	25,1
	0,8 л/га	6,3	58,6	981,4	57,6	364,4	34,8	38,7	21,9	25,0
	0,4+0,4 л/га	6,3	56,9	987,0	56,3	356,3	33,8	37,3	24,4	25,7
	0,8+0,8 л/га	6,6	59,4	976,8	58,0	385,0	36,8	44,8	15,9	24,5
Амистар трио, КЭ	0,8 л/га	6,2	57,6	980,2	56,5	349,5	33,4	39,9	21,9	26,0
	0,4+0,4 л/га	6,1	56,7	982,8	55,8	341,8	32,4	33,9	22,6	27,2
	0,8+0,8 л/га	6,3	58,1	977,4	56,8	361,5	34,5	43,3	19,9	24,6
	1,0 л/га	6,3	58,0	985,0	57,2	359,8	34,4	44,4	26,0	25,5
	0,5+0,5 л/га	6,2	57,1	989,2	56,6	350,3	33,2	36,9	21,8	26,8
	1,0+1,0 л/га	6,4	58,5	978,3	57,2	368,0	35,2	45,8	14,5	25,0
LG-5412										
Контроль	6,1	61,7	973,1	60,2	366,9	36,7	39,0	19,8	26,2	
Пиктор, КС, 0,5 л/га	6,5	63,0	976,9	61,7	402,7	40,2	44,4	14,1	25,0	
Прозаро, КЭ	0,6 л/га	6,4	63,3	980,0	62,1	397,2	39,7	41,0	19,3	24,5
	0,3+0,3 л/га	6,2	62,8	972,0	61,1	380,7	38,1	35,0	22,8	25,3
	0,6+0,6 л/га	6,5	64,0	988,7	63,3	410,9	41,1	43,6	17,4	24,2
	0,8 л/га	6,4	64,3	989,7	63,7	409,5	40,9	44,5	15,9	24,6
	0,4+0,4 л/га	6,3	62,9	975,8	61,5	390,9	39,1	40,7	25,2	25,0
	0,8+0,8 л/га	6,6	64,4	995,8	64,2	424,9	42,5	51,5	24,4	23,8
Амистар трио, КЭ	0,8 л/га	6,3	62,5	985,2	61,7	388,3	38,8	38,4	18,9	25,0
	0,4+0,4 л/га	6,2	62,4	979,4	61,2	378,6	37,9	39,8	20,1	25,7
	0,8+0,8 л/га	6,4	63,3	987,5	62,6	402,1	40,2	46,1	23,8	24,0
	1,0 л/га	6,3	63,3	990,0	62,8	399,1	39,9	40,6	21,4	24,5
	0,5+0,5 л/га	6,3	62,3	981,1	61,3	385,4	38,5	43,0	18,9	25,2
	1,0+1,0 л/га	6,4	63,7	992,8	63,3	409,0	40,9	46,9	22,5	24,3

Применение фунгицидов оказывает влияние, в том числе и на качественные показатели семян подсолнечника. Так, например, содержание масла в семенах возрастает на 0,4–12,5 %, максимальное значение данного показателя в семенах гибрида Агат составляет 45,8 % в варианте с двукратным применением Амистар трио, КЭ, 1,0 л/га, в семенах гибрида LG-5412 максимальное значение масличности семян составляет 51,5 % в варианте с двукратным применением Прозаро, КЭ 0,8 л/га.

Масличность семян находится в сильной прямой зависимости от урожайности, данная зависимость выражается уравнением регрессии в посевах гибрида Агат $Y = -26,5224 + 1,9408X$, в посевах гибрида LG-5412 – $Y = -46,1684 + 2,2378X$; содержание белка не коррелирует или имеет обратную среднюю зависимость с урожайностью культуры. В посевах гибрида Агат между масличностью семян и содержанием белка установлена обратная средняя корреляционная зависимость ($r = -0,46 \pm 0,22$), которая выражается уравнением регрессии $Y = 38,6444 - 0,4242X$, в посевах гибрида LG-5412 зависимость между данными показателями не установлена. Лузжистость и урожайность семян подсолнечника как в посевах гибрида Агат, так и в посевах гибрида LG-5412 имеют сильную обратную зависимость ($r = -0,69 \pm 0,15$; $r = -0,92 \pm 0,04$).

Экономическая эффективность применения фунгицидов рассчитана с учетом технологических затрат на внесение препаратов. Производственные затраты включали следующие статьи расходов: затраты на оплату труда, начисления по социальному страхованию, стоимость ГСМ и электроэнергии, затраты на семена, удобрения и средства защиты, затраты связанные с затратами по организации производства и прочие прямые затраты (табл. 3).

В контрольном варианте опыта производственные затраты составили 791,15 руб./га, в изучаемых вариантах опыта за счет возрастающих сопутствующих затрат на приобретение, внесение фунгицидов и доработку сохраненного урожая, варьировали от 881,43 до 1126,19 руб./га в посевах гибрида Агат; в посевах гибрида LG-5412 – от 989,63 до 1236,61 руб./га.

Таблица 3. Экономическая эффективность применения фунгицидов, 2013–2015 гг. (среднее)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./ц	Рентабельность производства, %	
Агат							
Контроль	31,2	4149,6	791,15	3358,45	25,36	424,5	
Пиктор, КС, 0,5 л/га	34,3	4561,9	969,47	3592,43	28,26	370,6	
Прозаро, КЭ	0,6 л/га	33,5	4455,5	881,43	3574,07	26,31	405,5
	0,3+0,3 л/га	32,9	4375,7	882,59	3493,11	26,83	395,8
	0,6+0,6 л/га	36,0	4788,0	974,44	3813,56	27,07	391,4
	0,8 л/га	34,8	4628,4	913,57	3714,83	26,25	406,6
	0,4+0,4 л/га	33,8	4495,4	912,85	3582,55	27,01	392,5
	0,8+0,8 л/га	36,8	4894,4	1029,34	3865,06	27,91	375,5
Амистар трио, КЭ	0,8 л/га	33,4	4442,2	928,31	3513,89	27,79	378,5
	0,4+0,4 л/га	32,4	4309,2	927,57	3381,63	28,63	364,6
	0,8+0,8 л/га	34,5	4588,5	1061,10	3527,40	30,76	332,4
	1,0 л/га	34,4	4575,2	963,93	3611,27	28,02	374,6
	0,5+0,5 л/га	33,2	4415,6	962,21	3453,39	28,98	358,9
	1,0+1,0 л/га	35,2	4681,6	1126,19	3555,41	31,99	315,7
LG-5412							
Контроль	34,8	4628,4	900,04	3728,36	25,86	414,2	
Пиктор, КС, 0,5 л/га	38,5	5120,5	1081,23	4039,27	28,08	373,6	
Прозаро, КЭ	0,6 л/га	38,0	5054,0	994,60	4059,40	26,17	408,1
	0,3+0,3 л/га	36,1	4801,3	989,63	3811,67	27,41	385,2
	0,6+0,6 л/га	39,3	5226,9	1081,98	4144,92	27,53	383,1
	0,8 л/га	39,1	5200,3	1025,79	4174,51	26,24	407,0
	0,4+0,4 л/га	37,1	4934,3	1020,37	3913,93	27,50	383,6
	0,8+0,8 л/га	40,6	5399,8	1139,29	4260,51	28,06	374,0
Амистар трио, КЭ	0,8 л/га	37,1	4934,3	1037,63	3896,67	27,97	375,5
	0,4+0,4 л/га	35,9	4774,7	1036,01	3738,69	28,86	360,9
	0,8+0,8 л/га	38,4	5107,2	1171,50	3935,70	30,51	336,0
	1,0 л/га	38,2	5080,6	1073,76	4006,84	28,11	373,2
	0,5+0,5 л/га	36,5	4854,5	1069,78	3784,72	29,31	353,8
	1,0+1,0 л/га	39,1	5200,3	1236,61	3963,69	31,63	320,5

Примечание: экономическая эффективность рассчитана в ценах 2021 года.

Наибольший чистый доход в посевах гибрида Агат 3714,83–3865,06 тыс. руб./га был получен в вариантах с двукратным применением Прозаро, КЭ 0,6 и 0,8 л/га и однократным его внесением 0,8 л/га, в данном варианте опыта получена минимальная себестоимость –26,25 тыс. руб./ц и максимальная рентабельность –406,6 %. В вариантах с применением Амистар трио, КЭ максимальный чистый доход составил 3611,27 тыс. руб./га – в варианте с нормой расхода 1,0 л/га. В вариантах опыта с однократным применением Амистар трио, КЭ в норме 0,8 и 1,0 л/га получена наименьшая себестоимость – 27,79 и 28,02 тыс. руб./ц соответственно и наибольшая рентабельность 378,5 и 374,6 %.

В посевах гибрида LG-5412 максимальный чистый доход также получен в вариантах с двукратным применением Прозаро, КЭ, 0,6 и 0,8 л/га и однократным внесением 0,8 л/га, который составляет 4144,92–4260,51 тыс. руб./га. Минимальная себестоимость получена в варианте с применением Прозаро, КЭ с нормой расхода 0,6 л/га –26,17 тыс. руб./ц и 0,8 л/га –26,24 тыс. руб./ц, в этих же вариантах опыта получена максимальная рентабельность, которая составила 408,1 и 407,0 %. В вариантах с использованием Амистар трио, КЭ наибольший условный чистый доход составил 3935,70–4006,84 тыс. руб./га – в вариантах с двукратным внесением фунгицида в норме 0,8; 1,0 л/га и однократным внесением 1,0 л/га. Наименьшая себестоимость составляет 27,97 тыс. руб./ц в варианте с применением Амистар трио, КЭ в норме 0,8 л/га и 28,11 тыс. руб./ц в варианте с однократным применением данного фунгицида с нормой расхода 1,0 л/га. В этих же вариантах опыта получена наибольшая рентабельность 375,5 и 373,2 % соответственно.

Заключение

Таким образом, изучение эффективности фунгицидов Амистар трио, КЭ и Прозаро, КЭ с различными нормами расхода, кратностью применения в посевах гибридов с различной степенью устойчивости к фитопатогенному комплексу микроорганизмов в контрастных погодных условиях в период проведения наблюдений, позволяет установить, что моделирование фитосанитарного состояния в посевах подсолнечника определяется фитосанитарной ситуацией складывающейся в посевах культуры

и экономической целесообразностью применения фунгицидов. Так, для профилактики развития листовых болезней и локализации источников инфекции при развитии прикорневых и стеблевых форм гнилей, требуется внесение фунгицидов в фазе 6–8 листьев культуры, исключить данную обработку возможно при благоприятно складывающейся фитосанитарной ситуации. Согласно полученным результатам, внесение фунгицидов в фазу цветения является обязательным приемом как для профилактики гнилей корзинки, так и для сохранения максимальной площади фотосинтетической поверхности листьев в период формирования и налива семян. Поэтому с учетом фитосанитарной ситуации в посевах подсолнечника рекомендуется двукратное внесение Амистар трио, КЭ с нормой расхода 0,8 л/га или однократное – 0,8; 1,0 л/га, а также двукратное применение Прозаро, КЭ с нормой расхода 0,6 л/га или однократное – 0,8 л/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: в 5 т. / под общ. ред. Й. Станчевой. – София-Москва: ПЕНСОФТ, 2002–2005. Т. 4. Болезни технических культур / Й. Станчева. – 2003. – С. 96–114.
2. Бобовкина, В. В. Белорусские перспективы солнечных цветов / В. В. Бобовкина // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 2. – С. 44–48.
3. Болезни сельскохозяйственных культур: в 3 т. / под общ. ред. В. Ф. Пересыпкина. – Киев: Урожай, 1989–1991. Т. 2: Болезни технических культур и картофеля / В. Ф. Пересыпкин [и др.]. – 1990. – С. 119–137.
4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промплекс, 2020. – 742 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Защита подсолнечника / В. М. Лукомец [и др.] // прил. к журналу «Защита и карантин растений». – 2008. № 2. – 32 с.
7. Защита подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 96 с.
8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-2019: введ. РБ 1.05.2021. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 22 с.
9. Лукомец, В. М. Атлас болезней растений подсолнечника / В. М. Лукомец, И. А. Котлярова, Г. А. Терещенко // Федер. гос. бюджет. науч. учреждение «Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур им. В. С. Пустовойта». – Краснодар.: ФГБНУ ВНИИМК, 2015 – 67 с.
10. Радовня, В. А. Влияние приемов агротехники на распространение склеротиниоза в посевах самоопыленных линий подсолнечника / В. А. Радовня, В. В. Бобовкина // Защита растений / Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж: Несвиж.укруп. тип. им. С. Будного, 2010. – Вып. 34. – С. 130–138.
11. Саскевич, П. А. Динамика развития гнилей подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси / П. А. Саскевич, Н. В. Устинова // Защита растений: сб. науч. тр. – Минск: Колорград, 2017. – Вып. 41. – С. 182–188.
12. Саскевич, П. А. Научные основы повышения продуктивности технических культур (лен-долгунец, рапс яровой, подсолнечник) в системе биологических и технологических факторов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.07 / П. А. Саскевич; Белорус. гос. с.-х. акад. – Жодино, 2014. – 47 с.
13. Семена масличные. Методы определения лужистости: ГОСТ 10855-64: введ. РБ 17.12.1992. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 4 с.
14. Сухаревич, В. А. Эффективность фунгицидов в посевах подсолнечника / В. А. Сухаревич, Г. В. Будевич, И. Г. Бруй // Земляробства і аховараслін. – 2011. – № 6. – С. 60–64.
15. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.] – Горки: БГСХА, 2012. – 58 с.
16. Устинова, Н. В. Хозяйственная эффективность применения фунгицидов в посевах подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси / Н. В. Устинова // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции в Беларуси. Достижения науки – производству: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Жодино, 8–9 июля 2021 г.: Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – С. 154–159.
17. Ходенкова, А. М. Вредоносность болезней подсолнечника масличного в Беларуси / А. М. Ходенкова // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 6. – С. 33–38.
18. Sackston, W. E. The sunflower crop and disease: Progress, problems, prospects / W. E. Sackston // Plant Disease. – 1981. – № 65. – P. 643–648.

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКУРРЕНТНОГО ОТБОРА НА ОБРАЗЦАХ ЖЁЛТОГО ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Ю. С. МАЛЫШКИНА, Д. В. ГАТАЛЬСКАЯ, Е. В. РАВКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: yulia1883150@gmail.com

(Поступила в редакцию 12.05.2022)

Люпин желтый является самым высокобелковым видом среди зернобобовых, благодаря которому можно решить сокращение и дефицит растительного кормового белка в Республике Беларусь. Основой получения высоких урожаев люпина желтого является создание толерантных, продуктивных и высокобелковых сортов различного направления использования.

В результате рекуррентного отбора получены перспективные образцы люпина желтого селекции УО БГСХА. Выделен сортообразец БГСХА 82, который в 2022 г. был передан в Государственное сортоиспытание под названием Муза. Данный сортообразец может служить источником скороспелости и семенной продуктивности в селекции сортов желтого люпина зернового использования, у которого длина вегетационного периода была самой короткой и в среднем составляет от 90 до 98 дней, а урожайность семян от 21,6 до 22,8 ц/га, с очень высоким содержанием сырого протеина 45,8 %, он характеризуется дружностью созревания семян и имеет колосовидный морфотип. В настоящее время ведется размножение для передачи в Государственное сортоиспытание сортообразца БГСХА 99 и БГСХА 81 универсального направления использования.

В конкурсном сортоиспытании для дальнейшего размножения адаптивных к условиям республики и передачи в Государственное сортоиспытание выделены перспективные сортообразцы зернового направления БГСХА 112, БГСХА 110 и БГСХА 109, созревающие в среднем за 93 дня, с высоким и очень высоким содержанием сырого протеина (44,1–45,4 %) и отличающиеся эпигональным типом ветвления, а также выделены сортообразцы универсального направления использования БГСХА 102, БГСХА 103, БГСХА 105, БГСХА106 и БГСХА 107, характеризующиеся стабильной урожайностью зерна, зеленой массы и очень высоким содержанием белка в зерне от 45,9 до 49,0 %.

Ключевые слова: люпин жёлтый, сортообразец, рекуррентный отбор, урожайность, сырой протеин.

Lupine yellow is the highest protein species among legumes, thanks to which it is possible to solve the reduction and deficiency of vegetable feed protein in the Republic of Belarus. The basis for obtaining high yields of yellow lupine is the creation of tolerant, productive and high-protein varieties for various uses.

As a result of recurrent selection, promising samples of yellow lupine were obtained, bred by EE BSAA. The BSAA 82 variety sample was selected, which in 2022 was transferred to the State variety testing under the name Muza. This variety sample can serve as a source of early maturity and seed productivity in the selection of varieties of yellow lupine for grain use, in which the length of the growing season was the shortest and averaged from 90 to 98 days, and the seed yield was from 2.16 to 2.28 t/ha, with a very high content of raw protein of 45.8 %, it is characterized by the simultaneity of seed ripening and has a spike-like morphotype. Currently, reproduction is underway to transfer to the State Variety Testing a variety sample BSAA 99 and BSAA 81 of universal use.

In competitive variety testing for further reproduction of variety samples adaptive to the conditions of the republic and transfer to the State variety testing, promising varieties of the grain direction BSAA 112, BSAA 110 and BSAA 109 were selected, ripening on average in 93 days, with a high and very high content of raw protein (44.1–45.4 %) and characterized by an epigonal type of branching, as well as varieties of the universal direction of use BSAA 102, BSAA 103, BSAA 105, BSAA106 and BSAA 107, characterized by a stable yield of grain, green mass and a very high protein content in grain from 45.9 to 49.0 %.

Key words: yellow lupine, variety sample, recurrent selection, yield, raw protein.

Введение

Люпин желтый является одним из наиболее ценных возделываемых однолетних видов люпина, который обладает наибольшей адаптацией к песчаным почвам, на которых формирует более высокие урожаи по сравнению с другими видами [1, 2]. Наиболее перспективно использование люпина желтого для получения зерна и зеленой массы. Семена желтого люпина содержат самый высокий процент белка среди зернобобовых культур. Однако из-за сильной восприимчивости к антракнозу его посевы в мире сократились до 3–5 тыс. га [3, 4, 5].

Поиск эффективных источников устойчивости к антракнозу не дал положительных результатов, так как патоген обладает высокой репродукционной способностью, адаптацией к окружающей среде и внутренним полиморфизмом, что значительно затрудняет селекцию на резистентность к патогену и она должна проводиться в географических зонах, где предполагается возделывать сорт. Патоген обладает высокой вирулентностью и агрессивностью и в годы эпифитотий может приводить к полной гибели посевов. Он поражает вегетативные части растений и семена, на которых может сохраняться до 3 лет [4, 6].

Для возрождения люпиносеяния желтого люпина в Республике Беларусь необходимо внедрение в производство новых толерантных сортов различного направления использования [8].

Получение устойчивых к антракнозу форм возможно только с помощью искусственных инфекционных фонов, где наиболее эффективно использование методов рекуррентного отбора. W. A. Cowlings предложил использование рекуррентной селекции (непрерывный повторяющийся отбор лучших растений из исходных образцов с их дальнейшей оценкой по наиболее ценным признакам) [7].

В настоящее время селекционная практика успешно применяет множество различных модификаций рекуррентного отбора для создания новых популяций, что особенно актуально для изучения эффективности внутривидового рекуррентного отбора и включение его как в схему селекционного процесса, так и в схему первичного семеноводства, что важно для рациональной организации и интенсификации производства семян в местных условиях [9].

Основная часть

В наших исследованиях представлены результаты оценки с использованием рекуррентного отбора на инфекционном фоне образцов люпина желтого с 2013 по 2021 гг. Для получения константных и толерантных форм нами был проведен отбор носящий циклический характер, суть которого заключалась в том, что в течении ряда лет отбирались лучшие растения по фенотипу, которые характеризовались скороспелостью, толерантностью к антракнозу и высокой семенной продуктивностью. При индивидуальном отборе учитывалось наличие алкалоидов в семенах и проводился отбор безалкалоидных форм с содержанием алкалоидов менее 0,025 %.

На кафедре селекции и генетики ведутся исследования по выведению сортов желтого люпина различного направления использования. Основные из них это:

- создание исходного материала, обладающего толерантными свойствами к антракнозу и другим наиболее вредоносным болезням;
- повышение урожайности зерна и зеленой массы;
- создание высокопродуктивных форм с детерминантным типом роста стебля и ограниченным боковым ветвлением;
- создание скороспелых форм, стабильно вызревающих в северных условиях республики;
- увеличение содержания белка в семенах и зеленой массе;
- снижение содержания алкалоидов в зерне и зеленой массе [10].

Целью наших исследований являлось создание нового селекционного материала с помощью рекуррентного отбора и выделение на инфекционном фоне константных перспективных образцов желтого люпина с толерантными свойствами к антракнозу.

Посев в питомнике исходного материала проводился вручную под маркер с шириной междурядий 15 см. Учетная площадь делянки составляла 1 м². Норма высева 120 семян на 1 м². В селекционном питомнике 1-го года (СП-1) и (СП-2) высевалось потомство каждого растения отдельно. В селекционном питомнике 1-го года (СП-1) высевались растения, которые были индивидуально отобраны на инфекционном антракнозном фоне или из других питомников.

В контрольном питомнике были посеяны лучшие номера, отобранные в селекционном питомнике 2-го года. Посев осуществлялся порционной сеялкой «Неге-80». Учетная площадь делянки составляла 7 м², повторность двукратная. Норма высева составляла 120 всхожих семян на 1 м², в конкурсном сортоиспытании – 10 м², повторность четырехкратная. За посевами проводились все необходимые ухода и наблюдения. Уборку осуществляли вручную путем обрыва бобов и их обмола на МПСУ-500, а затем очистки семян на пневмосепараторе. Уборка контрольного питомника и конкурсного сортоиспытания осуществляли селекционным зерноуборочным комбайном «Wintersteiger Classic».

Полученные результаты исследований обрабатывались методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова по прикладным программам на компьютере [11].

В результате применения рекуррентного отбора на инфекционном фоне был выделен ряд перспективных селекционных номеров результаты которого представлены в табл. 1.

Лучшие сортообразцы испытывались в конкурсном сортоиспытании на протяжении трех лет. Достоверно превосходили контроль по урожайности семян сортообразцы БГСХА 87, БГСХА 81, БГСХА 67 и сорт Еврантус на 13,8–16,9 ц/га (табл. 2). Имеют высокую потенциальную урожайность семян, но не стабильны по годам по данному показателю сортообразцы БГСХА 91 и БГСХА 92.

Таблица 1. Результаты рекуррентного отбора (2013–2021 гг.) люпина желтого

Питомники	ПИМ – 2013 г. (И)			СП-1 – 2014 г. (И)			СП-2 – 2015 г. (И)			КП – 2016 г. (Е)			КСИ – 2017 – 2019 г. (Е)
	количество высевных растений	количество отобранных растений	% отбора	количество высевных растений	количество отобранных растений	% отбора	количество высевных растений	количество отобранных растений	% отбора	количество высевных растений	количество отобранных растений	% отбора	
658 Надежный мт	120	14	11,7	657	27	4,1	1483	98	6,6	2375	560	23,6	БГСХА 98
659 Надежный мс	120	10	8,3	762	84	11,0	4361	610	14,0	4635	641	13,8	–
761Д-207 бел	120	5	4,2	235	17	7,2	919	80	8,7	960	520	54,2	БГСХА 107
415 П-300 Престиж	180	17	9,4	864	86	10,0	4488	496	11,1	2280	684	30,0	БГСХА 97, БГСХА 110, 111
228 Д-272/3 мс	120	5	4,2	149	36	24,2	1857	492	26,5	480	189	39,4	БГСХА 109
26 Надежный э/мт	23	4	17,4	207	60	29,0	1699	524	30,8	2126	725	34,1	БГСХА 67
28 Демидовский бел	48	5	10,4	238	57	23,9	1947	718	36,9	1936	1254	64,8	БГСХА 81, 82
29-777 ПГ-15 мс.	160	11	6,9	608	67	11,0	3230	1247	38,6	3550	1480	41,7	БГСХА 90
29-777 ПГ-15 мел.	80	10	12,5	414	92	22,2	3584	1236	34,5	1680	1248	74,3	БГСХА 88, 89, БГСХА 91,92, БГСХА 112
31-Бригантина	120	7	5,8	392	41	10,5	2400	328	13,7	1436	527	36,7	БГСХА 87
780 БГСХА-382 мт	120	1	0,8	160	22	13,8	1200	315	26,3	240	145	60,4	БГСХА 106, 108
Академ 352–Ор/ПГ	24	3	12,5	291	38	13,1	1360	485	35,7	1540	1214	78,8	БГСХА 99, 101 БГСХА 102, 103, БГСХА 104,105
Бригантина	120	2	1,7	138	14	10,1	589	86	14,6	840	–	–	–

Примечание: И – инфекционный антракнозный фон, Е – естественный фон.

Вызывает определенный интерес сортобразец БГСХА 82, характеризующийся самым коротким вегетационным периодом в 105 дней, благодаря отсутствию бокового ветвления, у которого за годы испытаний урожайность составила 22,8 ц/га и была на уровне контроля или достоверно превышала его. На наш взгляд, он весьма перспективен для возделывания на зерно в условиях северной и центральной части Беларуси, так как созревает к началу августа месяца, а потенциал его урожайности достаточно высок. Данный сортобразец характеризуется дружностью созревания и может служить источником скороспелости и семенной продуктивности и использоваться в селекционных программах по получению исходного материала люпина желтого зернового типа.

Таблица 2. Результаты конкурсного сортоиспытания люпина желтого в среднем за 2017–2019 гг.

Сортообразец	Продолжительность вегетационного пер., дн.	Урожайность семян		Сырой протеин	Клетчатка	Сбор белка с 1 га, ц/га
		ц/га	± к контролю			
Владко (контроль)	117	19,1	–	40,3	15,2	7,7
Еврантус	112	36,0	16,9	40,8	16,6	14,7
БГСХА 67	111	35,6	16,5	42,9	16,7	15,3
БГСХА 81	111	34,7	15,6	41,2	16,7	14,3
БГСХА 82	105	22,8	3,7	40,4	17,1	9,2
БГСХА 87	111	32,9	13,8	40,0	14,6	13,1
БГСХА 88	112	38,0	18,9	42,7	17,2	16,2
БГСХА 89	112	43,2	24,1	37,8	17,8	16,3
БГСХА 91	115	33,8	14,7	41,4	16,3	14,0
БГСХА 92	117	38,4	19,3	40,3	16,4	15,5
БГСХА 97	117	24,5	5,4	42,3	16,5	10,4
БГСХА 98	106	16,8	-2,3	39,0	15,7	6,5
БГСХА 99	114	26,5	7,4	44,6	16,4	11,8
X min	105	16,8	-2,3	37,8	14,6	6,5
X max	117	43,2	24,1	44,6	17,8	16,3

Сортообразцы БГСХА 67, БГСХА 81, БГСХА 87, БГСХА 88 и БГСХА 89 характеризуются стабильно высокой урожайностью семян по годам и могут быть использованы как источники для создания универсальных сортов желтого люпина с высокой семенной продуктивностью и урожайностью зеленой массы [10]. Выход растительного белка с единицы площади по сортобразцам варьировал от 6,5 до 16,3 ц/га. Самым высоким он был у сортобразцов БГСХА 67, БГСХА 92, БГСХА 88 и БГСХА 89.

В конкурсном сортоиспытании в течение трех лет у большинства сортобразцов содержание сырого протеина было более 40 %, кроме сортобразцов БГСХА 89 и БГСХА 98. Самое высокое содер-

жание сырого протеина отмечено у сортообразца БГСХА 99 (44,6 %). Содержание клетчатки в семенах варьировало от 14,6 % до 17,8 %.

В 2020–2021 гг. проводилось предварительное размножение и дальнейшее изучение по комплексу хозяйственно полезных признаков наиболее перспективных сортообразцов люпина желтого (табл. 3).

Данные годы оказались не очень благоприятными по климатическим условиям для возделывания люпина желтого. По сортообразцу БГСХА 82 (зернового направления) получена в среднем за два года урожайность семян 21,6 ц/га, сырого протеина 45,8 %, а содержание клетчатки составило 13,6 %.

Таблица 3. Характеристика хозяйственной полезности перспективных сортообразцов в среднем за 2020–2021 гг.

Сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Урожайность семян		Сырой протеин, %	Клетчатка, %
		ц/га	± к контролю		
Владко (контроль)	104	18,7	-	44,6	12,3
БГСХА 81	97	24,7	6	46,8	14,6
БГСХА 82	91	21,6	2,9	45,8	13,6
БГСХА 99	97	23,5	4,8	46,2	15,6

В 2022 г. сортообразец БГСХА 82 передан в Государственное сортоиспытание под названием Муза. Сортообразцы БГСХА 81 и БГСХА 99 характеризуются не только более высокой урожайностью семян, но имеют более высокое содержание сырого протеина в зерне, чем контрольный сорт Владко, что обеспечивает более высокий выход белка с 1 га. По данным сортообразцам ведется размножение для дальнейшей передачи в Государственное сортоиспытание.

Из контрольного питомника выделено 13 сортообразцов для закладки в конкурсном сортоиспытании с 2020 г. Продолжительность вегетационного периода в среднем за 2020–2021 гг. в данном питомнике варьировала от 93 до 104 дней (таблица 4). Наиболее короткий вегетационный период имели сортообразцы БГСХА 109, БГСХА 110, БГСХА 112 обладающие эпигональным типом ветвления.

Наиболее высокую урожайность семян формировали сортообразцы БГСХА 105, БГСХА 102, БГСХА 106, БГСХА 103, от 28,3 до 31,1 ц/га.

В среднем урожайность зеленой массы люпина желтого в конкурсном сортоиспытании у сортообразцов БГСХА 109, БГСХА 110 и БГСХА 112 с эпигональным типом ветвления варьировала от 407,4 до 690,5 ц/га, а у остальных сортообразцов с симподиальным типом ветвления урожайность зеленой массы колебалась от 394,6 до 748,6 ц/га. Среди них высокую урожайность зеленой массы формировали сортообразцы БГСХА 107, БГСХА 104 и БГСХА 106 от 720,6 до 748,6 ц/га, которые могут служить источниками для создания сортов универсального и зеленоукосного использования.

Большинство изучаемых сортообразцов по содержанию сырого протеина характеризуются его очень высоким содержанием в зерне, а наименьшее содержание клетчатки имеют сортообразцы БГСХА 107, БГСХА 103, БГСХА 108, БГСХА 100 (13,0–14,7 %).

Таблица 4. Результаты конкурсного сортоиспытания сортообразцов люпина желтого в среднем за 2020–2021 гг.

Сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Урожайность семян		Урожайность зеленой массы		Сырой протеин	Клетчатка
		ц/га	± к контролю	ц/га	± к контролю		
Владко (контроль)	104	18,6	-	394,6	-	44,6	12,3
БГСХА 100	100	22,7	4,1	537,4	142,8	47,5	14,7
БГСХА 101	100	22,7	4,1	559,9	165,3	44,6	15,4
БГСХА 102	100	29,3	10,7	621,2	226,6	45,9	15,9
БГСХА 103	98	31,1	12,5	626,7	232,1	46,8	14,6
БГСХА 104	102	23,4	4,8	741,4	346,8	48,8	15,8
БГСХА 105	102	28,3	9,7	548,9	154,3	49,0	15,3
БГСХА 106	102	30,4	11,8	720,6	326,0	47,0	15,7
БГСХА 107	102	25,2	6,6	748,6	354,0	43,2	13,0
БГСХА 108	99	18,8	0,2	635,2	240,6	46,9	14,6
БГСХА 109 эп.	93	22,5	3,9	690,5	295,9	45,4	15,5
БГСХА 110 эп.	93	22,9	4,3	467,6	73,0	44,9	16,1
БГСХА 111	99	20,8	2,2	615,0	220,4	48,4	15,2
БГСХА 112 эп.	93	19,8	1,2	549,1	154,5	44,1	15,4

Заключение

Перспективным для дальнейшей селекции является сортообразец люпина желтого БГСХА 82, у которого длина вегетационного периода была самой короткой и в среднем составляет от 90 до 98 дней, а урожайность семян от 21,6 до 22,8 ц/га. Данный сортообразец характеризуется дружностью созревания и может служить источником скороспелости и семенной продуктивности и использоваться в селекции на зерно.

Сортообразцы БГСХА 81 и БГСХА 99 характеризуются стабильной урожайностью зерна по годам, независимо от погодных условий, и могут выступать в качестве источников высокой семенной

продуктивности и сырого протеина и использоваться в селекции на получение универсальных сортов люпина желтого.

В конкурсном сортоиспытании для дальнейшего размножения адаптивных к условиям республики и передачи в Государственное сортоиспытание выделены перспективные сортообразцы зернового направления БГСХА 109, БГСХА 110 и БГСХА 112, созревающие в среднем за 93 дня и отличающиеся эпигональным типом ветвления, а также сортообразцы универсального направления использования БГСХА 102, БГСХА 103, БГСХА 105, БГСХА 106 и БГСХА 107, характеризующиеся стабильно высокой урожайностью зерна, зеленой массы и высокого содержания белка в зерне и зеленой массе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибайло, Н. В. Сравнительная оценка образцов люпина желтого в контрольном питомнике / Н. В. Грибайло, Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 29–30 янв. 2018 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки, 2018. – С. 57–59.
2. Гатальская, Д. В. Результаты оценки образцов желтого люпина в контрольном питомнике по сбору сырого протеина и урожайности семян / Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры земледелия, Горки, 23–24 июня 2020 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Н. А. Дуктова [и др.]. – Горки, 2020. – С. 42–43.
3. Купцов, Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы: монография / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, 2006. – 576 с.
4. Гатальская, Д. В. Селекция желтого люпина на семенную продуктивность и резистентность к антракнозу / Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 3. – С. 117–121.
5. Тарануха, Г. И. Селекция люпина желтого на резистентность к антракнозу / Г. И. Тарануха, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию со дня образования Всерос. науч.-исслед. ин-та люпина, 4 июля 2017 г. / ВНИИ люпина. – Брянск: ЗАО «Изд-во «Читай-город», 2017. – С. 75–82.
6. Руцкая, В. И. Разработка системы защиты люпина от антракноза в зависимости от биологических особенностей патогена / В. И. Руцкая, В. А. Миняйло, А. К. Миняйло // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию со дня образования Всерос. науч.-исслед. ин-та люпина, Брянск, 4 июля 2017 г. / Всерос. науч. исслед. ин-т люпина; редкол.: М. И. Лукашевич [и др.]. – Брянск: ЗАО «Изд-во «Читай-город», 2017. – Брянск, 2017. – С. 205–217.
7. Cowling, W. A. Resistance to Phomopsis stem blight in *Lupinus angustifolius* L. / Cowling W. A. [et. al.] // Crop Sci. – 1987. – Vol. 27, № 4. – P. 648–652.
8. Анохина, В. С. Люпин: селекция, генетика, эволюция / В. С. Анохина, Г. А. Дебелый, П. М. Конорев. – Минск: БГУ, 2012. – 271 с.
9. Витютнев, С. В. Улучшение гибридной популяции кукурузы методом рекуррентного отбора в первичных звеньях семеноводства: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. / С. В. Витютнев – Дальневост. науч.-метод. центр РАСХН. – п. Тимирязевский, 2002. – 22 с.
10. Малышкина, Ю. С. Результаты оценки перспективных образцов желтого люпина на скороспелость и урожайность семян в условиях северо-востока Беларуси / Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 75–78.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

О. В. МУРЗОВА

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

(Поступила в редакцию 01.06.2022)

В мировом земледелии овес занимает пятое место по посевным площадям зерновых культур. Возделывается преимущественно в зонах умеренного климата Европы, Северной Америки и Австралии. Наибольшие посевные площади его приходятся на Российскую Федерацию (2,7 млн га). Беларусь входит по этому показателю в число 20 стран, лидирующих по посевным площадям этой культуры. За последние 30 лет посевы в республике сократились более чем 2 раза и составляют 148–165 тыс. га при урожайности 22,6–32,8 ц/га [1].

Одним из основных критериев оценки хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий, наряду с увеличением объема производства, является именно качество продукции. Важнейшим показателем качества зерна является содержание в нем сырого белка.

Объектом исследований был выбран пленчатый сорт овса Запавет белорусской селекции, созданный в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Посевные площади этого сорта в Беларуси занимают 19,7 %.

В исследовании в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» высокая урожайность зерна пленчатого сорта овса Запавет (58,0 ц/га) на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднекультуренной почве в северо-восточной части Беларуси находилась в варианте с использованием максимальных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ при некорневой подкормке комплексным медным микроудобрением Адоб Медь, где содержание сырого белка составило 14,5 %, а его выход – 7,3 ц/га соответственно.

Ключевые слова: овес, урожайность, качество, удобрения, микроудобрения.

In world agriculture, oat ranks fifth in terms of sown area of grain crops. It is cultivated mainly in the temperate zones of Europe, North America and Australia. Its largest sown area falls on the Russian Federation (2.7 million hectares). By this indicator, Belarus is among the 20 leading countries in terms of sown areas of this crop. Over the past 30 years, crops in the republic have decreased by more than 2 times and amount to 148–165 thousand hectares with a yield of 2.26–3.28 t/ha.

One of the main criteria for assessing the economic activity of agricultural enterprises, along with an increase in production, is precisely the quality of products. The most important indicator of grain quality is the content of crude protein in it.

The object of research was the filmy oat variety Zapavet of Belarusian selection, created in the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture". The sown areas of this variety in Belarus occupy 19.7 %.

In a study at the Belarusian State Agricultural Academy, the high grain yield of the filmy oat variety Zapavet (5.80 t/ha) on soddy-podzolic light loamy medium cultivated soil in the north-eastern part of Belarus was in the variant with the use of maximum doses of mineral fertilizers $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ when foliar top dressing with complex copper microfertilizer Adob Med, where the content of crude protein was 14.5 %, and its yield was 0.73 t/ha, respectively.

Key words: oats, productivity, quality, fertilizers, microfertilizers.

Введение

Развитие сельскохозяйственного производства, повышение его продуктивности неразрывно связаны с интенсификацией отрасли, одним из важнейших условий которой является применение удобрений. Это основной путь увеличения урожайности и валовых сборов возделываемых культур, создания прочной кормовой базы для животноводства. Результаты научных исследований, мировой опыт показывают, что внесение научно обоснованных доз удобрений обеспечивает не только высокую продуктивность пашни, но и отличное качество растениеводческой продукции при снижении её себестоимости [2].

В 2021 году в Республике Беларусь всех колосовых зерновых культур собрано в сельхозорганизациях свыше 6,4 миллиона тонн, в крестьянских фермерских и личных подсобных хозяйствах – примерно 0,5 миллиона тонн. Весь госзаказ на продовольственное зерно в 2021 году составил 831 тыс. тонн, из них на овес – 44 тыс. тонн [3].

Важное значение имеет качество зерна овса. На его повышение положительное воздействие оказывают агротехнические приемы: соблюдение севооборотов, подбор предшественника, оптимальные нормы высева, применение регуляторов роста и химических средств защиты. Однако среди перечисленных факторов наиболее существенное действие на улучшение качества сельскохозяйственных культур оказывают минеральные удобрения, которые, повышая урожайность растений, изменяют содержание в них не только важных для человека и животных элементов питания, но и накопление белков, сахаров, жиров, крахмала и других веществ. Использование удобрений без учета биологических особенностей культур, свойств почв и почвенно-климатических условий иногда может привести к

снижению качества урожая. Действие удобрений на качественный состав растений определяется тем, что питательные вещества, поступающие в растения из удобрений, входят в состав важнейших органических соединений и повышают их содержание в урожае. Кроме того, отдельные элементы питания оказывают влияние на активность ферментативных систем растений. Следует иметь в виду, что управлять процессом питания и получать необходимый эффект в формировании качественной продукции можно лишь при научно обоснованном применении удобрений, с учетом биологических и физиологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных условий, степени кислотности и запасов гумуса, фосфора и калия, а также факторов внешней среды [4, 5].

Зерно овса служит сырьём для выработки крупы, в небольшом количестве используется в мукомольной промышленности, а также имеет кормовое значение. В связи с этим содержание белка в зерне является одной из наиболее важных качественных характеристик. На долю белка приходится более 90 % общего азота, находящегося в зерне. Именно белки играют решающую роль в обмене веществ, являются незаменимой основой всего живого, поэтому имеют исключительное значение в природе. На сегодняшний день проблема белка является достаточно острой и требует неотложного решения и дальнейшей разработки [6, 7].

Цель исследований: установление эффективного воздействия макро- и микроудобрений на показатели качества зерна овса.

Основная часть

Полевые исследования с овсом проводили в 2013–2015 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Именно дерново-подзолистые почвы преобладают в составе сельскохозяйственных земель по типовой принадлежности и в Могилевской области занимают 41,9 % [8].

Пахотный слой почвы по годам исследований характеризовался следующими агрохимическими показателями: кислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,1–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора (225–318 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (173–238 мг/кг), низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,2–2,2 мг/кг). Почва опытного участка по степени окультуренности относится к среднеокультуренной ($I_{ок} = 0,76$).

Использовали пленчатый овес сорта Запавет, который включен в Государственный реестр в 2006 году.

Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная. Метод размещения вариантов в повторении – рендомизированный. Посев осуществлялся в 2013 году 13 мая, а в 2014–2015 гг. – 23 и 24 апреля. Норма высева семян у овса пленчатого сорта Запавет – 5,0 миллионов всхожих семян на гектар. Посев овса осуществлялся навесной сеялкой «RAU» с шириной захвата 3 м. Глубина заделки семян – 3–4 см. Предшественник – зерновые культуры.

Схема опыта с овсом включала следующие варианты: 1. Без удобрений; 2. N₁₆P₆₀K₉₀; 3. N₆₀P₆₀K₉₀; 4. N₉₀P₆₀K₉₀; 5. N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀; 6. N₉₀P₆₀K₉₀ + МикроСтим-Медь Л; 7. N₉₀P₆₀K₉₀ + Адоб Медь; 8. N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ + МикроСтим-Медь Л; 9. N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀ + Адоб Медь.

Схема опыта также предусматривала различные дозы макроудобрений и сочетание с микроудобрениями.

Вносимые дозы фосфорных удобрений P₂O₅ – 60–70 кг/га д.в. и калийных удобрений K₂O – 90–120 кг/га д.в. рассчитаны на получение урожая зерна овса в размере 50–60 ц/га. Некорневые подкормки осуществлялись микроудобрениями Адоб Медь в дозе 0,8 л/га, МикроСтим-Медь Л – 1 л/га соответственно.

Обработка почвы включала: зяблевую вспашку, осеннюю культивацию, весеннюю культивацию, предпосевную обработку. При уходе за посевами проводили обработку гербицидом Прима, СЭ 306,25 г/л в дозе 0,6 л/га (фаза кущения), фунгицидом Рекс Дуо, КС 497 г/л в дозе 0,6 л/га и инсектицидом Биская, МД 240 г/л в дозе 200 г/га.

В течение вегетации растений были проведены фенологические, биометрические наблюдения и учеты. Уборку проводили комбайном Сампо-500 в фазу полной спелости зерна. Урожай учитывали поделаячно. Данные урожайности приводили к 14 % влажности.

2013 год характеризовался более низкой урожайностью, чем 2014 и 2015 годы исследований. Это связано и с тем, что в 2013 году была затяжная холодная весна, длительное время сохранялся снежный покров, при этом сдвинулись сроки посева овса и он был проведен в более поздние сроки, в августе наблюдалась засуха, что не способствовало хорошему наливу зерна.

В настоящее время в Беларуси производятся из фосфорсодержащих удобрений аммофос и аммонизированный суперфосфат и поэтому не представилось возможным иметь фон РК в чистом виде.

Использование $N_{16}P_{60}K_{90}$ повышало урожайность зерна овса на 7,1 ц/га. Учитывая, что дозы азота были низкими (N_{16}) на фоне $P_{60}K_{90}$ и не могли оказать существенного влияния на урожайность зерна, действие в этом варианте опыта было в основном обусловлено фосфорными и калийными удобрениями. Далее увеличение доз азотных удобрений на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ способствовало возрастанию урожайности зерна (таблица).

Влияние макро и микроудобрений на урожайность и качество овса пленчатого сорта Запавет в среднем за 2013–2015 гг.

Варианты	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га		Содержание сырого белка, %	Выход сырого белка, ц/га
			1	2		
1. Без удобрений (контроль)	29,0	–	–	–	10,0	2,5
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	36,1	7,1	–	–	10,7	3,4
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	40,1	11,1	–	–	11,6	4,1
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	46,7	17,7	–	–	11,9	4,9
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	47,4	18,4	–	–	12,7	5,2
6. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	54,4	25,4	7,7	–	13,0	6,2
7. Фон 1 + Адоб Медь	53,4	24,4	6,7	–	13,2	6,2
8. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	55,7	26,7	–	8,3	13,3	6,4
9. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	58,0	29,0	–	–	14,5	7,3
НСР ₀₅	0,8	–	–	–	0,7	–

В среднем за три года урожайность зерна овса при применении $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ по сравнению с вариантом без внесения удобрений возросла на 11,1 и 17,7 ц/га. Дробное внесение азота $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ по сравнению с разовым внесением таких же доз удобрений на урожайность существенно не повлияло.

Применение медных микроудобрений Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку увеличивало урожайность зерна в среднем за три года исследований на 6,7 и 7,7 ц/га по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$. На фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ применение комплексного микроудобрения МикроСтима-Медь Л увеличивало урожайность на 8,3 ц/га, что составила 55,7 ц/га.

В варианте опыта с внесением $N_{60}P_{60}K_{90}$ содержание сырого белка по сравнению с контролем возросло на 1,6 %, а $N_{90}P_{60}K_{90}$ – на 1,9 %. Выход сырого белка в этих вариантах опыта по сравнению с вариантом без внесения удобрений возрос на 1,6 и 2,4 ц/га соответственно. На фоне $P_{60}K_{90}$ более существенное возрастание содержания сырого белка в зерне (на 0,9 %) было при увеличении доз азотных удобрений с N_{16} до N_{60} , чем с N_{60} до N_{90} . Выше содержание сырого белка было в вариантах с дробным внесением азотных удобрений. На фоне $P_{60}K_{90}$ внесение азота в два приема N_{60+30} по сравнению с разовым (N_{90}) увеличивало содержание сырого белка в зерне овса на 0,8 %. Некорневые подкормки микроэлементом медью при применении МикроСтима-Медь Л и Адоба Медь способствовали по сравнению с фоном $N_{90}P_{60}K_{90}$ возрастанию сырого белка в зерне на 1,1 и 1,3 % соответственно и выход сырого белка на 1,3 ц/га.

Максимальная урожайность зерна овса (58,0 ц/га) получена в варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$. При некорневой подкормке этим микроудобрением на фоне максимальных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ у пленчатого сорта содержание сырого белка составило 14,5 % [9, 10].

В опытах проведенных 2015–2017 гг. Н. В. Барбасовым на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» максимальная урожайность зерна раннеспелого сорта ячменя Батка (70,0 ц/га) получена в варианте при некорневой подкормке медным микроудобрением МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ и в этом же варианте опыта наблюдалось наибольшее содержание сырого белка (12,8 %), где его выход составил 7,7 ц/га [11].

Заключение

Некорневые подкормки в фазу выхода в трубку комплексными медными микроудобрениями МикроСтим-Медь Л и Адоб Медь на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивали урожайность зерна пленчатого овса сорта Запавет на 6,7–7,7 ц/га (с 53,4 до 54,4 ц/га), а МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – на 8,3 ц/га, что составило 55,7 ц/га. Но наиболее высокая урожайность зерна у пленчатого сорта овса (58,0 ц/га), содержание сырого белка (14,5 %) и его выход (7,3 ц/га) наблюдались в варианте с использованием максимальных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов, А. Г. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции / А. Г. Власов, С. П. Халецкий, Т. М. Булавина // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 397–404.
2. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.
3. Собранный в стране зерна хватит для всех нужд, создан надежный задел и под урожай 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/istina-v-zerne65465.html> – Дата доступа: 25.06.2022.
4. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 120 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. реглам. / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.] – Минск: Беларуская наука, 2005. – 460 с.
6. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
7. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 14 с.
8. Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021–2025 годы / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы, Н. Н. Цыбулько; Национальная академия наук Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.
9. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова. – Горки, 2017. – 164 л.
10. Мурзова, О. В. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. В. Мурзова // Вестник БГСХА. – 2015. – № 2. – С. 64–66.
11. Вильдфлуш, И. Р. / Влияние новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество голозерного овса и ярового ячменя / И. Р. Вильдфлуш, О. В. Мурзова, Н. В. Барбасов // Вестник БГСХА, 2018. – № 2. – С. 106–110.

ЛЕН МАСЛИЧНЫЙ: ВЕДУЩИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И РЫНОК ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**Е. В. ИВАНОВА, Е. Л. АНДРОНИК, Д.А. БАТЮКОВ**

РУП «Институт льна»,
а. г. Устье, Оршанский район, Республика Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 06.06.2022)

В статье раскрыты факторы, определяющие позиции и мотивацию выращивания культуры у аграриев, основные из которых – высокий экономический эффект, универсальность применения продуктов переработки во многих отраслях промышленности, источник биологически активных веществ, необходимых для функционального питания и поддержания здоровья человека, кормления сельскохозяйственных животных, птицы и др.

Проанализировано мировое производство льна масличного, направления экспорта продукции и состояние рынка. Проведен анализ динамики посевных площадей, урожайности льносемян и валового сбора в мире и ключевых странах-производителях. Отмечены незначительное снижение мирового валового сбора льносемян в 2021 г. по отношению к предыдущему году (-8,8 %), а также мирового экспорта (-14,0 %), перспективность возделывания льна масличного (в России прибыль с гектара составила 9,2 тыс. руб.). В условиях вегетации 2021 г. увеличение валового сбора льносемян в основном происходило за счет расширения посевных площадей под культурой (рост валового сбора в Российской Федерации в 2021 г. к 2020 г. составил 8,6 % при снижении урожайности на 27,6 %). Отмечено увеличение доли экспорта льносемян в сезоне 2021/2022 МГ в Российской Федерации (+11,0 %) и снижение ее в Казахстане (-37 %) и Канаде (-38 %).

На европейских и азиатских рынках в последние годы стоимость товарной продукции культуры варьирует в пределах 400-430 \$ США / т, а рост цен на льносемена в Канаде в 2021/2022 МГ в связи с устойчивым мировым спросом прогнозировался до 800 \$ США / т. Основными импортерами льносемян и продуктов переработки являются страны ЕС и Китай. Отмечен существенный рост цен на товарную продукцию, особенно льняное масло.

Ключевые слова: лен масличный, семена, масло, производители, рынок производства, экспорт, импорт, площадь посева, урожайность, валовой сбор, цена реализации.

The article reveals the factors that determine the position and motivation of growing crops among farmers, the main of which are a high economic effect, the universality of the use of processed products in many industries, a source of biologically active substances necessary for functional nutrition and maintaining human health, feeding farm animals, poultry etc.

The world production of oilseed flax, the direction of export of products and the state of the market are analyzed. An analysis was made of the dynamics of sown areas, flaxseed yields and gross harvest in the world and key producing countries. There was a slight decrease in the global gross flaxseed harvest in 2021 compared to the previous year (-8.8 %), as well as global exports (-14.0 %), and there are prospects for the cultivation of oil flax (in Russia, the profit per hectare was 9.2 thousand roubles). Under the growing season of 2021, the increase in the gross yield of flaxseeds was mainly due to the expansion of sown area under the crop (the growth in the gross yield in the Russian Federation in 2021 by 2020 was 8.6 % with a decrease in yield by 27.6 %). There was an increase in the share of flaxseed exports in the season 2021/2022 MY in the Russian Federation (+11.0%) and a decrease in Kazakhstan (-37%) and Canada (-38 %).

In recent years, the cost of marketable crop products in European and Asian markets has been fluctuating within the range of 400-430 US\$ / t, and the increase in prices for flaxseeds in Canada in 2021/2022 MY due to stable world demand was predicted to be up to 800 US\$ / t. The main importers of flaxseeds and processed products are the EU countries and China. A significant increase in prices for commercial products, especially linseed oil, was noted.

Key words: oilseed flax, seeds, oil, producers, production market, export, import, sown area, yield, gross harvest, selling price.

Введение

«...Иногда трудно дать прогноз перспективам возделывания той или иной культуры. Проще сказать – население земли растёт, значит и производство сельскохозяйственной продукции будет расти. За последние годы тренд «здоровое питание», как составляющая здорового образа жизни, набирает силу. В связи с этим значимость некоторых сельскохозяйственных культур приобретает новое значение. Они становятся более востребованы. К ним, наряду с другими (рапс, подсолнечник, соя, чиа, киноа), относится и лен масличный...» [1].

При соблюдении элементарных требований агротехники культура может давать высокий экономический эффект, а для его возделывания применяется обычная технология и зерноуборочная техника (сеялки, жатки, комбайны) [2]. Биологическая урожайность семян современных сортов льна масличного доходит до 3 т/га, а содержание масла и белка в семенах – до 50 % и 33 % соответственно [3, с. 3]. С экономической точки зрения, возделывание льна масличного более выгодное, чем зерновых культур или озимого рапса [4]. По приблизительным расчетам 1 га посева льна масличного обеспечивает экономические показатели 1 га озимой пшеницы с урожайностью зерна 42 центнера.

Значение этой культуры огромно. Семена льна масличного содержат масло, которое широко применяется в лакокрасочной, кожевенной и мыловаренной промышленности, для приготовления линолеума и клеенки. Льняное масло – ценный пищевой продукт. Одна весовая единица заменяет 2,25 ед. сахара, 4 ед. хлеба и 8 ед. картофеля. Вот почему во время поста население полностью переходило на

использование в пищу так называемого постного масла. Оно намного улучшало вкус приготавливаемой скромной пищи. Жмых и шрот используют для кормления сельскохозяйственных животных, в птицеводстве и рыбоводстве. Например, льняной жмых содержит до 25 % переваримого белка и до 32 % безазотистых экстрактивных веществ и приравнивается к 1,14 корм. ед. [5]. В медицине при поражениях желудочно-кишечного тракта, для снижения холестерина в крови, атеросклерозе, диабете, нефрите и гормонозависимом раке применяется слизь семян льна масличного, составляющая в среднем около 5 % их массы. В странах Евросоюза, Канаде и США интенсивно разрабатываются биокompatные материалы, полностью состоящие из растительного сырья, где в качестве армирующего компонента выступает волокно, а связующего – слизь льна [6]. Повышенное внимание в странах ЕС и США к семенам льна масличного обусловлено, прежде всего, содержанием в семенной оболочке лигнанов (до 800 мкг/г), что в сотни раз больше по сравнению с семенами других культур, содержащих эти вещества в количестве 2–4 мкг/г. Предварительный анализ длины и выхода волокон из стеблей дает все основания считать, что лен масличный вполне является пригодным для использования в производстве такой экологически чистой и востребованной на мировом рынке продукции, как геотекстиль и нетканые материалы. Получаемую костру в количестве около 80 % можно использовать для изготовления биотоплива, каминных дров и строительных материалов [7].

Цель публикации – проанализировать особенности мирового производства льна масличного и направлений экспорта продукции культуры. Теоретической базой исследований являлись зарубежные службы статистики, порталы агробизнеса, информационно-аналитические агентства, сельскохозяйственные журналы, экспертные оценки.

Основная часть

За последние годы валовой сбор семян льна масличного в мире существенно вырос. Согласно данным международных источников еще в 2016 г. он достигал 2,65 млн т [8], а к 2020 году увеличился до 3,29 млн т. Однако, несмотря на значительное расширение посевных площадей и высокие цены на мировом рынке, производство семян льна масличного в 2021 году снова снизилось до 3 млн т. Причина такого падения заключается в неблагоприятных погодных условиях в ключевых странах-производителях (Россия, Казахстан), а также в Канаде, где урожайность семян льна резко упала, что повлекло за собой сокращение его производства. Тем не менее показатель переработки льносемян в 2021 году в мире оказался немногим меньше предыдущего показателя (2,49 млн т). Такая ситуация связана с увеличением в Российской Федерации сбора льносемян в сезоне 2021 года до рекордных 850 тыс. т.

По данным аналитиков OilWorld мировой экспорт семян льна масличного также сократился (на 14 %) [9]. В периоде 2021/2022 маргинального года (далее по тексту МГ) поставки семян из основных стран-экспортеров оценивались в 465 тыс. т против 538 тыс. т в августе–ноябре 2020 г. При этом основные объемы семян в текущем сезоне экспортировала Россия (+11 %). Казахстан и Канада сократили поставки на 37 % и 39 % соответственно.

Больше всего семян культуры импортировали страны Евросоюза (236 тыс. т), Китай (121 тыс. т) и США (41 тыс. т). Кроме того, в августе–ноябре 2021 г. турецкие трейдеры увеличили импорт льна масличного в 17 раз (с 2 тыс. т до 34 тыс. т).

Основными производителями маслосемян льна в мире до 2017 г. являлись Канада и Россия (доля в мировом объеме производства по 21 %), затем Казахстан (20 %) с ежегодным сбором 300–400 тыс. т, Китай (14 %), США (8 %) [10]. До 2017 г. включительно росли и валовые сборы льносемян на Украине (доля в мировом производстве – 3 %), но для выхода украинских семян льна и продуктов их переработки на мировой рынок Россия и Казахстан представляют серьезную конкуренцию по цене и качеству. Как же изменилась ситуация за последние годы в основных странах-производителях культуры?

Еще в 2016 г. в Российской Федерации (РФ) лен масличный занимал предпоследнее место по объему посевных площадей (6 %) среди таких ведущих масличных культур, как подсолнечник, соя, горчица, рапс. Согласно итоговым данным Росстат посевные площади под данной культурой находились на уровне 708 тыс. га (рис. 1), урожайность семян составляла 9,7 ц/га, а валовой сбор – 665 тыс. т, что на 29 % выше, чем в 2015 г. (516 тыс. т). Посевные площади льна масличного в РФ в 2019 г. в хозяйствах всех категорий находились уже на уровне 814,7 тыс. га [11], а к 2020 г. достигли 1,027 млн га.

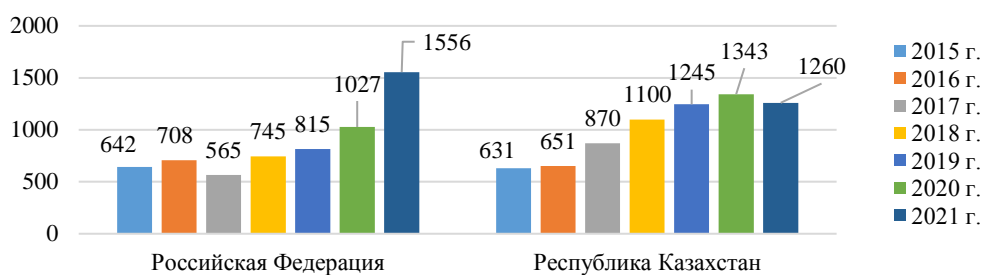


Рис. 1. Динамика посевных площадей льна масличного в России и Казахстане, тыс. га

Средняя стоимость товарной продукции масличного льна в последние годы на европейских и азиатских рынках варьирует в пределах 400–430 \$ США / т [12]. Исходя из базовой цены семян льна в Европе, общий объем дохода от реализации всех произведенных льносемян составляет в РФ около 21–22 млрд руб., что говорит о высокой рентабельности культуры.

В 2020 году цена на товарные семена внутри страны достигала 60 тыс. руб./т (в 2012 году – всего 12 тыс. руб./т), а средняя стоимость маслосемян РС1 (1-я репродукция) в начале сезона 2022 г. составила около 100 тыс. руб./т. При этом в 2021 г. в Новосибирской области по размерам прибыли лен масличный оказался на третьем месте после рапса и сои, дав аграриям 9,2 тыс. руб. / га. Несмотря на снижение спроса (на 15–20 %) на льняное масло ввиду высоких цен, экспорт его в сезоне 2020/2021 МГ в стране составил 78 % от общего объема производства [13].

В рамках посевной кампании 2021 г. в РФ было высеяно 1,556 млн га масличного льна (+ 51,5 % к предыдущему году) [14]. Валовый сбор льносемян в стране в 2021 г. достиг 850 тыс. т, не смотря на низкую урожайность в 5,5 ц/га в условиях засухи в сравнении с 2020 г. – 783 тыс. т и урожайности 7,6 ц/га [15].

По прогнозам аналитиков, в 2021/2022 МГ Россия сможет экспортировать до 73 % от произведенной продукции масличного льна. Только из Томской области в 2021 г. на экспорт ушло свыше 100 т льна – в Чехию, 192,5 т – в Беларусь, 214 т – в Литву. С начала 2022 г. Башкирия отгрузила лен масличный в объеме 228 т. По оценке Федерального центра «Агроэкспорт», в перечень потенциальных стран-потребителей российского масличного льна и льняного масла в первую очередь входят европейские страны (Польша, Дания, Греция, Великобритания, Чехия, Швейцария, Босния и Герцеговина), а также Япония [16].

В текущем 2022 г. посевы под культурой в стране вновь планируют увеличить. Площади основных посевов будут сосредоточены в Центральном федеральном округе (ЦФО). Аналитики считают, что к 2025 г. посевная площадь культуры в России может достичь 1768 тыс. га. При средней урожайности – 15 ц/га валовый сбор превысит 2,64 млн т [17].

Несмотря на то, что масличный лен в РФ занимает наибольшую в мире посевную площадь, он все еще считается официальными органами российской статистики незначительной нишевой культурой (подо льном масличным засеивается 2 % от всей посевной площади России). Переработка льна масличного в РФ крайне мала по отношению к объему производства (около 15–20 % урожая), поэтому культура остается преимущественно экспортной. Однако с каждым годом объем внутренней переработки маслосемян на льняное масло, муку, жмыхи и шроты неуклонно возрастает. Многие российские предприятия планируют в скором времени загружать свои мощности льном в гораздо больших масштабах. Например, ГК «Астон» совместно с бельгийской компанией Vandeputte Huilerie SA строит в Новоалександровской промышленной зоне Азовского района Ростовской области завод по переработке льняного семени и производству льняного масла.

Казахстан является одним из лидеров и конкурентов России в сфере производства и экспорта семян льна и льняного масла. Первенство по производству семян льна масличного принадлежало стране с 2017 г. по 2020 г. включительно (рис. 1) [18]. Согласно статистическим данным Бюро национальной статистики Республики Казахстан в 2020 г. собрано свыше 1 млн т семян льна, и в сезоне 2020/2021 МГ страна экспортировала их около 400 тыс. т (рис. 2). Наибольший рост посевных площадей (54%) отмечен Кустанайской области (втором регионе РК по объемам производства семян льна). Кроме того, страна начала год с большим запасом: согласно данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, по состоянию на 1 января 2020 г. запасы семян льна масличного составляли 532,3 тыс. т.

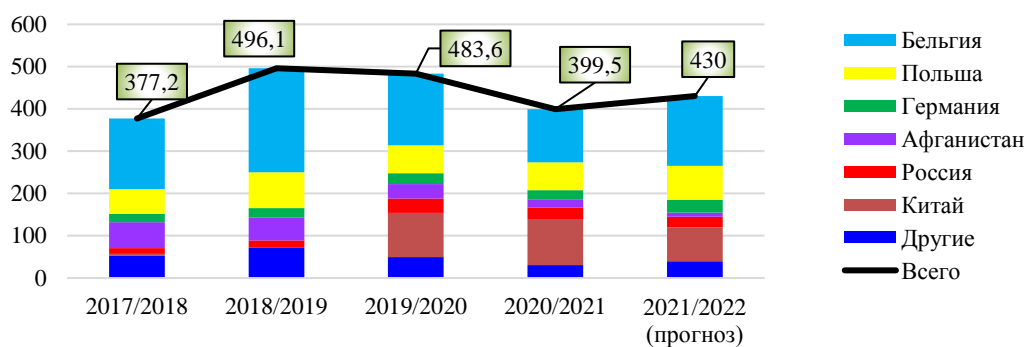


Рис. 2. Экспорт семян льна масличного Республикой Казахстан, тыс. т

В 2021 г. площадь сева льна в хозяйствах Казахстана составила 1,26 млн га, что является вторым для страны показателем после рекордного в предыдущем году сева на площади 1,34 млн га. Урожай в Казахстане сократила засуха (валовой сбор получился минимальным за 4 сезона и составил всего 744,1 тыс. т). Связано это с острозасушливыми условиями, сложившимися в период вегетации льна, а также с большим количеством вредителей, нехарактерными для этой культуры. В результате часть посевов была потеряна, и товаропроизводители не считали целесообразным проводить уборку на этих площадях. Неубранными остались свыше 200 тыс. га посевов [19], а средняя урожайность таким образом составила 7,02 ц/га. Однако, заняв второе место по валовому сбору льносемян, Казахстан сохранил лидирующие позиции по экспорту льна. Ключевыми направлениями сбыта семян казахстанского льна (от 65 % до 81 % от общего объема) являются страны ЕС и Китай. Около 7 % продукции экспортируется в Россию и столько же – в страны Центральной Азии. Отгрузка льняного масла ориентирована также на КНР, а льняного жмыха – в ЕС (78 % от общего объема) и РФ (20 %).

С 2019 г. в Восточном Казахстане началась реализация крупных проектов по переработке масличных культур, которые позволят увеличить ассортимент растительных масел. Мощности строящихся предприятий позволят Казахстану, привлекая сырьё из Томской области и Алтайского края, выходить на экспорт готовой продукции. Одно из предприятий – мультикультурный маслоэкстракционный завод по производству растительных масел в Семее, который сможет перерабатывать до 800 т семян льна. Помимо растительных масел, завод будет производить рапсовый, подсолнечный и льняной шрот (233 тыс. т).

Основные посеvy культуры располагаются в североказахстанской (более 600 тыс. га), костанайской (до 400 тыс. га) и акмолинской областях (более 100 тыс. га) [20].

Согласно приказу №248 Главного таможенного управления Китайской Народной Республики, зарубежные предприятия по производству пищевых продуктов, импортируемых в Китай, должны быть зарегистрированы в ГТУ КНР. Приказ вступил в силу с 1 января 2022 г. Так как регистрация в среднем может проходить от нескольких недель до нескольких месяцев, рынки Поднебесной могут оказаться закрытыми для экспортеров. И тогда из-за ограниченности спроса на внутреннем рынке Казахстана, России и стран Центральной Азии, производители льняного масла столкнутся с проблемой реализации данного продукта и снижением объемов закупки семян льна у аграриев на внутренних рынках [21]. В этой связи доля экспорта льна в 2021/22 МГ из Казахстана в Европу может вырасти. С другой стороны, такая ситуация может побудить Китай вернуться на канадский рынок и изменить торговые балансы периода 2022/2023 МГ.

Несмотря на то, что лён является не самой распространенной сельскохозяйственной культурой в Канаде, он занимает довольно большие площади, в первую очередь за счёт положительного эффекта, которое он оказывает в составе севооборота: при чередовании различных культур сдерживается развитие болезней и сорняков.

Если взять урожайность пшеницы за 100 % (а в 2019 г. она составила в стране 55 ц/га), то урожайность льна масличного составляла 54 % (или 29,7 ц/га), при том что средний показатель урожайности льносемян за 2014–2018 гг. находился на уровне 12,5 ц/га, и только в некоторые годы (2017–2018 гг.) доходил до показателей 25–30 ц/га [22].

В 2020 г. Канада продала 505 тыс. т семян культуры, при этом запасы оценивались в 55 тыс. т по сравнению с переходящим остатком в 63,6 тыс. т. Значительный объем семян в стране экспортируется через предприятия, данные по обработке которых не регистрируются Канадской комиссией по зерну.

В 2021 г. посевные площади подо льном масличным в стране увеличились на 10 % в сравнении с предыдущим годом до четырехлетнего максимума в 416 тыс. га (рис. 3). Однако урожайность льносемян в стране продолжает снижаться в виду участвовавших климатических катаклизмов. Засуха 2021 г. существенно притормозила реализацию планов страны в стремлении вернуть утерянные позиции на мировом рынке льна масличного. Несмотря на то, что уборочная площадь в 2021 г. оценивалась в 410 тыс. га, урожайность семян оказалась на уровне 8,6 ц/га (80 % от среднего за последние 5 лет). Производство семян льна масличного в 2021 г. в стране находилось на уровне 0,35 млн т, при общем внутреннем потреблении в 71,7 тыс. т.

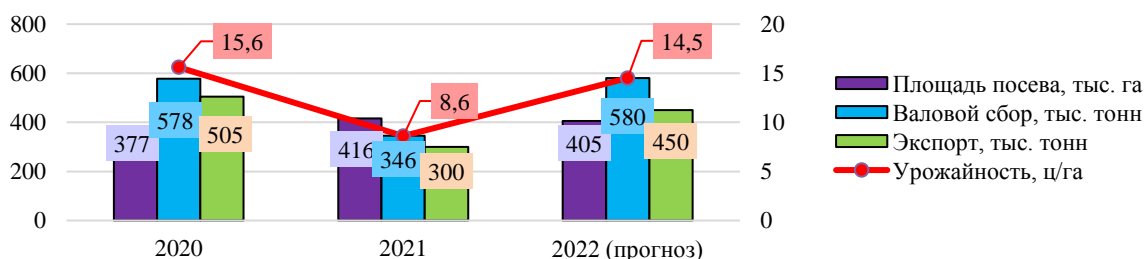


Рис. 3. Площадь посева, валовой сбор, экспорт и урожайность семян льна масличного в Канаде

Экспорт в стране в 2021 г. снизился с прошлогоднего периода до 300 тыс. т (Канада вынуждена ограничить продажи своим традиционным покупателям из Китая, Европы и США). Общее бытовое использование в стране выросло за счет увеличения количества кормов и отходов примерно на 60 % (до 120 тыс. т). Рост цен на семена в стране в 2021/2022 МГ прогнозируется до 800 \$ США / т в связи с устойчивым мировым спросом.

В отчете Статистического управления Канады за декабрь 2021 г. сообщается, что переходящие запасы семян льна масличного в стране составили 264 тыс. т, при этом 210 тыс. т находились у фермеров, а 54 тыс. т – у коммерческих предприятий. Для сравнения: запасы по состоянию на 31 декабря 2020 г. составляли 377 тыс. т (310 тыс. т у фермеров и 67 тыс. т в коммерческих организациях) [23].

В 2022 г. площадь посевов льна в Канаде, по прогнозам, немного уменьшится (до 405 тыс. га), но останется выше уровня среднего показателя за предыдущих 5 лет в 390 тыс. га. Производство льносемян прогнозируется на уровне 580 тыс. т, а предполагаемая потеря уборочной площади до сбора урожая не должна превышать 2 %, при приемлемой урожайности около 14,5 ц/га. Общий объем поставок льносемян, по прогнозам, увеличится на 51 % (до 0,63 млн т), за счет увеличения объемов производства. Также предполагается увеличить экспорт льносемян в стране до 450 тыс. т на фоне устойчивого роста потребления их в Китае, Европе и США. По прогнозам в Канаде вырастет и общий объем внутреннего потребления (примерно на 38 % – до 110 тыс. т).

Северная Дакота – крупнейший льнопроизводящий штат США, с посевной площадью масличного льна в 2020 г. – 76 тыс. га (рост по сравнению с предыдущим годом составил 43 %, или 34 тыс. га). Также увеличение посевных площадей на 10 % произошло в Монтане. Летом 2021 г. в северных равнинах США урожайность льна из-за сильной засухи резко упала (минимальная составляла 3–4 бушелей с акра) [24]. Средняя цена на семена льна масличного по номинальной стоимости в Саскатуне в 2021 г. составила 693 \$ США / т по сравнению с 518 \$ США / т. в 2020 г. и средней ценой за 5 лет в 477 \$ США / т.

Если в прошлые десятилетия в Украине большинство посевов льна отводилось под лен-долгунец, который выращивался, в первую очередь, для получения льняного волокна, то в последние годы предпочтение отдается масличному льну – прибыльному и безотходному. К 2016 г. посевные площади подо льном масличным в Украине оказались самыми высокими за предыдущие десять лет. Однако к 2020 г. произошло их значительное сокращение – посевные площади под культурой уменьшились до 13,8 тыс. га (на 79,7 %) (рис. 3). Валовой сбор семян составил всего 15,6 тыс. т при средней урожайности 11,2 ц/га [25].

Долгое время помехой для возрождения производства льносемян в Украине являлась ставка экспортной пошлины, установленная еще в 1999 г. на уровне 23 %, из-за которой посевные площади льна масличного в стране резко сократились. В настоящее время вывозная пошлина на семена льна составляет до 10 %, и при возросшем спросе на эту продукцию на внешних рынках она уже не является для украинских аграриев критичной. В 2021 г. Украина проиграла ценовую конкуренцию ключевым мировым производителям льна – Казахстану, России и Канаде. Экспортный потенциал рынка льна в 2020/21 МГ в Украине стал минимальным с 2008/09 МГ.

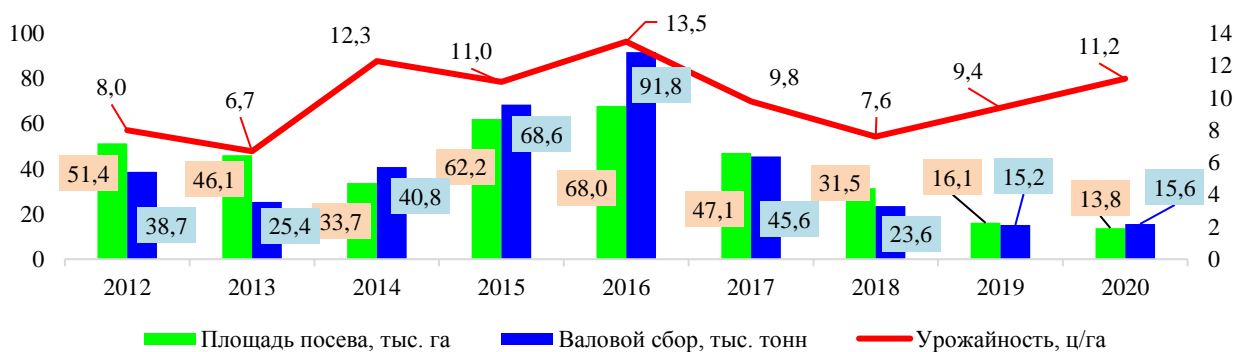


Рис. 3. Площадь посева, урожайность и валовой сбор семян льна масличного в Украине

Ключевой импортер семян украинского льна – ЕС с долей рынка 69 % [26]. В 2021 г. отмечался рост внутренней переработки льна и экспорта льняного масла, основной объем которого принимали страны ЕС и Китай. Основные продукты переработки льна масличного в Украине – льняное масло, льняной шрот и жмых. Семена и масло льна в своей продукции используют фармацевтические и косметические компании. Среди его производителей – небольшие маслобойни и специализированные пищевые предприятия («Агросельпром», «РеалКапс», «Масломания», «Справжні скарби», «Органік Ойлз»).

В последние два года (2020–2021 гг.) основные площади масличной культуры сосредоточены в Запорожской, Херсонской и Николаевской областях.

Заключение

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, что как главными производителями, так и продавцами маслосемян льна масличного в мире с 2018 г. по настоящее время с попеременным лидерством являются Россия и Казахстан с максимальным производством и экспортом как льносемян, так и продуктов переработки. Большую часть урожая семян культуры из этих стран импортируют страны ЕС и Китай (практически в равных количествах). Посевные площади под культурой, а также спрос и ее рентабельность неуклонно растут не только в странах-лидерах, но и во всем мире.

Согласно прогнозу глобального исследовательского отчета «The Global «Linseed (Flaxseed) Seeds Market» Research», ожидается увеличение объема мирового рынка семян культуры в среднем к 2026 году еще на 11,8 %, а также увеличение мирового рынка льняного масла на 2,5 %, которые будут обусловлены в основном высоким уровнем цен на эту масличную культуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фадеев, Л. В. Масличный лен – ценнейшая культура [Электронный ресурс] / Л. В. Фадеев // Статьи и книги. – Режим доступа: <https://www.fadeevagro.com/len-2/>. – Дата доступа: 10.03.2022.
2. Голуб, И. А. Лен масличный: тенденции производства и использования / И. А. Голуб, Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова // Земляробства и ахова раслін : прилож. к жур. – № 4 – 2017. – С. 32–35.
3. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформротех», 2010. – С. 3.
4. Стратегическое значение диверсификации растениеводства / Степных Н. В. [и др.] // Земледелие. – 2022. – № 2. – С. 7–13.
5. Каюмов, М. К. Лен масличный (кудряш) [Электронный ресурс] / М. К. Каюмов, Ш. Х. Мустафин, С. А. Лебедев. – Режим доступа: <https://www.narodko.ru>. – Дата доступа: 11.03.2022.
6. Углеводный состав слизи из семян льна и его связь с морфологическими признаками / Е. А. Прохвинова [и др.] // Сельскохозяйственная биология, 2017. – Т. 52 – № 1. – С. 161–171.
7. Тихосова, А. А. Перспективы использования волокна льна масличного для производства текстильных материалов / А. А. Тихосова, С. В. Пугинцева, Т. Н. Головенко // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – № 24. – С. 74.
8. Алшанов, Р. В число тридцати развитых стран мира – «через тернии к звездам» / Р. Алшанов // Казахстанская правда [Электронный ресурс] – 30.12.2016. – Ч. 3. – Режим доступа: <http://www.nomad.su>. – Дата доступа: 21.03.2017.
9. 465 тысяч тонн льна масличного за год [Электронный ресурс] / Сайт о льне и конопле rosflaxhemp.ru. – 26.01.2022. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru>. – Дата доступа: 15.03.2022.
10. Мода на лен [Электронный ресурс] / А. Шапалина // Общероссийская еженедельная бизнес-газета «АгроНовости». – 07.03.2016. – Режим доступа: <http://agro-bursa.ru>. – Дата доступа: 07.03.2016.
11. Предварительные итоги посевной 2021 [Электронный ресурс] / Сайт о льне и конопле rosflaxhemp.ru. – 16.06.2021. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru>. – Дата доступа: 18.03.2022.
12. Адаптивные сорта льна масличного селекции ВНИИМК [Электронный ресурс] / Главный сайт для агрономов России «Главагроном». – Режим доступа: <https://glavagronom.ru>. – Дата доступа: 01.04.2022.
13. Итоги 2020 года: масличные [Электронный ресурс] / Инфромагентство «Зерно Он-Лайн». – 10.01.2021. – Режим доступа: <https://www.zol.ru/review>. – Дата доступа: 30.03.2022.
14. Итоги года – 2021. Масличные [Электронный ресурс] / Сайт «Агровестник». – 17.01.2022. – Режим доступа: <https://agrovesti.net>. – Дата доступа: 17.03.2022.

15. Зеленцов, С. В. Лен масличный и перспективы его выращивания [Электронный ресурс] / С. В. Зеленцов // Сельскохозяйственный журнал «Аграрный сектор». – № 4 (50), декабрь 2021 – январь 2022. – С. 70–74. – Режим доступа: www.agrosector.kz/ – Дата доступа: 07.04.2022.
16. Россия – лидер по экспорту масличного льна [Электронный ресурс] / Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России «Агроэкспорт». – 15.05.2020. – Режим доступа: <https://aemcx.ru>. – Дата доступа: 4.04.2022.
17. Лен масличный продолжит рост [Электронный ресурс] / Сайт о льне и конопле rosflaxhemp.ru. – 02.03.2022. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru>. – Дата доступа: 21.03.2022.
18. Перспективы МГ казахского льна [Электронный ресурс] / Сайт о льне и конопле rosflaxhemp.ru. – 26.10.2021. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru>. – Дата доступа: 22.03.2022.
19. Карабанов, Е. Потери посевов льна в Казахстане сказались на объеме урожая-2021 [Электронный ресурс] / Е. Карабанов // Информационно-аналитическое агентство «АПК-Информ» – 18.11.2021. – Режим доступа: <https://www.apk-inform.com>. – Дата доступа: 5.04.2022.
20. Масличный лён: нетрудоёмкий способ диверсификации [Электронный ресурс] / Медиаресурс журнала «Агробизнес. Казахстан». – 06.06.2020. – Режим доступа: <https://agbz.kz>. – Дата доступа: 4.04.2022.
21. Ахметов, А. Лен масличный – это находка для условий Казахстана [Электронный ресурс] / А. Ахметов // Сайт АПК-Информ, – 2016. – № 12 (30). – Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru>. – Дата доступа: 7.04.2017.
22. Лен в Западной Канаде: снимаем засоренность, вводим бинарный посев, контролируем фосфор [Электронный ресурс] / Медиаресурс журнала «Агробизнес. Казахстан». – 07.01.2020. – Режим доступа: <https://agbz.kz>. – Дата доступа: 6.04.2022.
23. Market Analysis Group [Electronic resource] / Crops and Horticulture Division Sector Development and Analysis Directorate // Market and Industry Services Branch. – March 13, 2022. – Mode of access: <https://agriculture.canada.ca/>. – Date of access: 04.04.2022.
24. Лен масличный. В ожидании шторма [Электронный ресурс] / Сайт о льне и конопле rosflaxhemp.ru. – 02.12.2021. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru>. – Дата доступа: 16.03.2022.
25. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами (щомісячна інформація) [Электронный ресурс] / Економічна статистика // Державна служба статистики України. – 2022. – Режим доступа: <http://ukrstat.gov.ua>. – Дата доступа – 11.03.2022.
26. Площадь посева льна в Украине на 2021/22 МГ обновит антирекорд – аналитики [Электронный ресурс] / Головний сайт про агробізнес. – 4 липня 2021. – Режим доступа: <https://latifundist.com>. – Дата доступа: 18.03.2022.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, А. А. КУЛЕШОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: anutik_758@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.06.2022)

В настоящее время актуальной остается разработка новых форм комплексных удобрений, содержащих питательные вещества в сбалансированном количестве (макро- и микроэлементы), что позволяет оптимизировать питание растений и при этом снизить затраты на их применение. В данной статье представлены результаты исследований по применению новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста отечественного и зарубежного производства на урожайность, содержание и вынос элементов питания яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Максимальное содержание азота в зерне и соломе пшеницы было отмечено в варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 2,17 и 0,62 %. Наибольшее содержание фосфора в зерне наблюдалось под влиянием комплексного удобрения Нутривант плюс, в соломе – микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – 0,90 и 0,36 %. Наибольшее содержание калия в зерне и соломе яровой пшеницы отмечено при внесении удобрения Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – 0,52% и $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 1,33%. Общій вынос элементов питания растениями яровой пшеницы возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольший вынос отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант плюс – 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию. Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, урожайность, вынос элементов питания, яровая пшеница.

Currently, the development of new forms of complex fertilizers containing nutrients in a balanced amount (macro- and micro-elements) remains relevant, which makes it possible to optimize plant nutrition and at the same time reduce the cost of their use. This article presents results of research on the use of new forms of macro-, microfertilizers and growth regulators of domestic and foreign production on the yield, content and removal of nutrients in spring wheat on soddy-podzolic light loamy soil.

The maximum nitrogen content in wheat grain and straw was observed in the variant with mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 2.17 and 0.62 %. The highest content of phosphorus in grain was observed under the influence of complex fertilizer Nutrivant plus, in straw – microfertilizers MicroStim-Med L against the background of increased doses of mineral fertilizers $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0.90 and 0.36 %). The highest content of potassium in the grain and straw of spring wheat was observed when applying the fertilizer Adob Med against the background of $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0.52 %) and $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1.33 %). The total removal of nutrients by spring wheat plants increased with the use of macro- and microfertilizers, and the highest removal was noted in the variant $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Nutrivant plus – 155.2 kg / ha for nitrogen, 71.4 kg / ha for phosphorus and 99.8 kg / ha for potassium. The maximum specific removal in terms of nitrogen was noted in the variant $N_{60}P_{60}K_{90}$ and Adob Med against the background of $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23.9 and 23 kg/t), in terms of phosphorus – MicroStim-Med L and Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10.3 and 10.4 kg/t), for potassium – $N_{60}P_{60}K_{90}$ and $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Adob Med (15.5 and 15.3 kg/t).

Key words: macrofertilizers, microfertilizers, growth regulators, productivity, removal of nutrients, spring wheat.

Введение

Мягкая яровая пшеница выращивается практически по всему земному шару и входит в число наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Ее зерно содержит большое количество клейковинных белков и других ценных веществ, поэтому широко применяется для продовольственных целей; зерно и отруби – высококонцентрированный корм для использования в животноводстве [1].

В технологии возделывания яровой пшеницы основным фактором формирования высокой урожайности с хорошим качеством продукции является система применения удобрений, важной составляющей которой являются микроудобрения [2].

Недостаток в почве усваиваемых форм микроэлементов ведет к снижению урожая сельскохозяйственных культур и к ухудшению его качества, является причиной появления различных болезней. Оптимальным является одновременное поступление макро- и микроэлементов, особенно это касается фосфора и цинка, нитратного азота и молибдена [3].

В течение всего вегетационного периода растения испытывают потребность в основных микроэлементах, а некоторые не реутилизируются, т.е. не используются повторно в растениях. Они не передвигаются из старых органов в более молодые. Микроэлементы в биологически активной форме в настоящее время не имеют себе равных при внекорневых подкормках, которые особенно эффективны при использовании их в сочетании с макроэлементами [3, 4].

На данный момент актуальной становится разработка новых форм комплексных удобрений, содержащих более высокую концентрацию питательных веществ (макро- и микроэлементов), что способствует лучшему обеспечению растений необходимыми элементами, снижаются затраты на перевозку, хранение и внесение (на 10–11 % тратится меньше средств), обеспечивается равномерность их внесения, повышается урожайность и качество продукции, отдача от удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур и отдача от 1 кг NPK в целом [5].

Большой вклад в оценку содержания микроэлементов в почвах республики и эффективности применения микроудобрений в агротехнологиях внесли доктор с.-х. наук Г. П. Дубиковский, кандидаты с.-х. наук М. В. Рак, В. И. Матвеева, В. Н. Лебедев, И. А. Кожуро, Л. И. Лазовский, Л. С. Микулович, С. А. Титова, Г. М. Сафроновская.

В лаборатории микроэлементов РУП «Институт почвоведения и агрохимии» разработаны жидкие формы микроудобрений с биостимулятором МикроСтим. В результате представлен широкий спектр микроудобрений МикроСтим различных марок с содержанием регулятора роста гидрогумат и одного из микроэлементов (бор, медь, марганец, цинк, кобальт), или их комбинации [6].

Цель данных исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность и содержание основных элементов питания в зерне и соломе, общий и удельный вынос макро- и микроэлементов растениями яровой пшеницы.

Основная часть

Полевой опыт со среднеспелым сортом яровой пшеницы Бомбона проводили в 2018–2020 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная.

Почва имеет следующие агрохимические показатели: низкое и среднее содержание гумуса (1,5–1,6 %), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (рН_{KCl} 5,58–6,08), повышенное содержание подвижного фосфора (208–244 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (174–231 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,46–1,76 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижного цинка (2,75–3,43 мг/кг).

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев производился узкорядным способом в III декаде апреля – I декаде мая. Предшественники – горох и подсолнечник. В период вегетации проводились фенологические наблюдения за растениями, обработки гербицидами, фунгицидами и инсектицидами.

В исследованиях изучали следующие удобрения:

– карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P₂O₅ – 30 %), хлористый калий (K₂O – 60 %);

– польское микроудобрение Адоб Медь (Cu – 6,14 %, N – 2,6 %);

– комплексное удобрение марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn для основного внесения, разработанное РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси».

– израильское удобрение для некорневых подкормок Нутривант плюс (N – 6 %, P₂O₅ – 23 %, K₂O – 35 %, MgO – 1 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Zn – 0,2 %, Cu – 0,25%, Fe – 0,05%, Mo – 0,002%);

– удобрения, произведенные 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 %);

– польское комплексное 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 (50 г/л тритерпеновых кислот).

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию.

Новое комплексное удобрение (NPK) марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀), где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Микроудобрение Адоб Медь и комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л применяли в фазу 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 фазу кущения и фазу начала выхода в трубку. Удобрение Кристалон особый в дозе 2 кг/га вносили в фазу кущения, Кристалон коричневый, 2 кг/га – в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение

ние Адоб Профит также вносили дважды в фазу кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил, 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Азотная подкормка яровой пшеницы проводилась в фазу начало выхода в трубку и фазу флагового листа. Уборку и учет урожая проводили селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» сплошным поделачночным методом. Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого [7, 8].

В опытах исследовались различные препараты для некорневой подкормки пшеницы, которые в разной степени влияли на накопление основных элементов питания в урожае.

Более высоким содержание азота в зерне было в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (2,17 %), Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (2,13 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (2,14 %). В остальных вариантах содержание азота значительно не возрастало (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на содержание основных элементов питания в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Зерно, % в сухом веществе			Солома, % в сухом веществе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	1,98	0,86	0,48	0,45	0,32	1,12
$N_{60}P_{60}K_{90}$	2,17	0,86	0,50	0,62	0,35	1,33
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	2,12	0,86	0,49	0,44	0,28	1,25
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,13	0,88	0,52	0,57	0,32	1,30
Фон 1 +МикроСтим -Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,05	0,85	0,49	0,59	0,35	1,30
Фон 1 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазу кущения	2,06	0,87	0,50	0,56	0,30	1,30
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в начале выхода в трубку (по 2 кг/га)	2,05	0,84	0,49	0,43	0,29	1,24
Фон 1 +Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	2,00	0,84	0,47	0,43	0,30	1,15
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	2,03	0,85	0,47	0,46	0,31	1,16
АФК с Cu, Mn + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 3)	1,89	0,83	0,46	0,57	0,33	1,16
$N_{60}P_{70}K_{120}$ + N_{30} в фазе начала выхода в трубку + N_{30} в фазе флагового листа – фон 2	2,07	0,85	0,47	0,55	0,34	1,15
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,01	0,85	0,45	0,55	0,36	1,20
Фон 2 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазе начала выхода в трубку	2,14	0,90	0,49	0,50	0,32	1,22
НСР ₀₅	0,13	0,02	0,02	0,14	0,02	0,14

Содержание фосфора по вариантам было достаточно стабильным и находилось в пределах 0,83–0,90 %. Максимальное содержание было в вариантах, где применялись Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,88%) и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0,90 %).

Содержание калия в зерне яровой пшеницы колебалось в незначительных пределах и несколько выше оно было в варианте Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,52 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,50%) и $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,50 %).

В соломе наиболее высоким содержание азота было в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,62 %) и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,59 %).

Содержание фосфора в соломе яровой пшеницы было достаточно стабильным и колебалось в пределах 0,28–0,36 %. Максимальное содержание отмечено в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,35 %), МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,35 %, 0,36 %).

Содержание калия в соломе значительно не изменялось. Наибольшее содержание данного элемента было отмечено в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1,33 %).

Для определения нуждаемости растений в элементах питания определялся вынос элементов питания (табл. 2). Как показали исследования, на уровень данного показателя оказывали влияние урожайность пшеницы и содержание элементов питания в основной и побочной продукции. Урожайность зерна в среднем за 3 года колебалась от 43,9 ц/га до 70,3 ц/га (табл. 2). Максимальная урожайность была получена в варианте, где применялся Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ и составила 70,3 ц/га, в этом же варианте был отмечен наибольший вынос основных элементов питания.

Общий вынос элементов питания в варианте без удобрений составил: по азоту – 90,4, по фосфору – 43,0, калию – 58,8 кг/га (табл. 2). На фоне минерального питания и некорневых подкормок значения общего и удельного выноса элементов питания возрастали. Наибольший общий вынос был отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант плюс – 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию.

Таблица 2. Урожайность зерна, общий и удельный вынос элементов питания яровой пшеницей сорта Бомбона в зависимости от применения комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Ур-ть зерна, среднее 2018–2020 гг.	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос 1 т основной и побочной продукции, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	43,9	90,4	43,0	58,8	20,8	10,1	13,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	53,5	124,0	53,5	79,0	23,9	10,4	15,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	58,0	124,4	55,0	82,0	21,9	9,7	14,7
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	62,3	141,3	62,4	92,1	23,0	10,3	15,3
Фон 1 +Микростим -Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	63,8	140,1	63,1	95,5	22,6	10,2	15,2
Фон 1 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазу кущения	64,9	143,1	63,0	96,2	22,4	10,0	15,2
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в начале выхода в трубку (по 2 кг/га)	62,4	130,6	58,7	89,7	21,3	9,7	14,6
Фон 1 +Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	63,3	130,8	60,0	84,9	20,9	9,7	13,7
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	61,7	128,7	59,3	82,4	21,4	10,0	13,8
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	66,4	136,9	64,1	89,6	21,1	10,0	13,7
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	62,2	136,8	61,7	84,4	22,4	10,2	13,7
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	69,7	149,2	69,7	96,1	21,9	10,3	14,0
Фон 2 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазе начала выхода в трубку	70,3	155,2	71,4	99,8	22,6	10,4	14,4
НСР ₀₅	1,0	–	–	–	–	–	–

В вариантах, где применяли минеральные удобрения в дозах N₆₀P₆₀K₉₀, N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀, по сравнению с контрольным, общий вынос по азоту увеличился на 33,6–34,0 кг/га, по фосфору на 10,5–12 кг/га, по калию на 20,2–23,2 кг/га.

Под влиянием комплексного NPK удобрения с Cu и Mn и микроудобрения Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос по азоту возрос на 15,7–16,9 кг/га, по фосфору на 7,4–8,1 кг/га, по калию на 10,1–13,5 кг/га.

Применение ряда комплексных удобрений (Нутривант плюс, Кристалон и Адоб Профит) по сравнению с фоном N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ повысило общий вынос по азоту на 6,2–18,7 кг/га, по фосфору на 3,7–8,0 кг/га, по калию на 2,9–14,2 кг/га.

При применении регулятора роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос возрос на 4,3 кг/га по азоту, на 4,3 кг/га по фосфору, на 0,4 кг/га по калию.

Внесение нового комплексного удобрения для яровых зерновых культур (NPK) марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn по сравнению со стандартными удобрениями в дозе, эквивалентной N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос увеличился на 12,5 кг/га по азоту, 9,1 кг/га по фосфору, 7,6 кг/га по калию.

Увеличение доз азотных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) способствовало росту общего выноса, который составил 46,4 кг/га по азоту, 18,7 кг/га по фосфору, 25,6 кг/га по калию.

При применении микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений общий вынос возрос на 12,4 кг/га по азоту, на 8 кг/га по фосфору, 11,7 кг/га по калию.

При некорневой подкормке удобрением Нутривант плюс по сравнению с фоном N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ общий вынос по азоту увеличился на 18,4 кг/га, 9,7 кг/га по фосфору, на 15,4 кг/га по калию.

В контрольном варианте удельный вынос азота, фосфора и калия 1 т основной и побочной продукцией составил 20,8, 10,1 и 13,6 кг соответственно (табл. 2). При внесении минеральных удобрений в дозах N₆₀P₆₀K₉₀ и N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ происходило повышение удельного выноса азота на 3,1 и 1,1 кг/т, фосфора на 0,3 кг/т, калия – на 1,9 и 1,1 кг/т соответственно. Комплексные удобрения и микроудобрение с регулятором роста (Адоб Медь, МикроСтим-Медь Л, Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит) на фонах N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ и N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀, а также регулятор роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ влияния на удельный вынос почти не оказывали.

Комплексное удобрение NPK с Cu и Mn практически не влияло на удельный вынос, который возрос только по фосфору на 0,3 кг/т.

Повышенные дозы минеральных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) по сравнению с контролем способствовали росту удельного выноса основной и побочной продукции на 1,6 кг/т по азоту.

Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

Заключение

1. Установлено, что максимальная урожайность зерна яровой пшеницы была получена в варианте, где применялся Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ и составила 70,3 ц/га, в этом же варианте был отмечен наибольший общий вынос основных элементов питания.

2. Наибольшее содержание азота в зерне было в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (2,17%), Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (2,13 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (2,14 %). Максимальное содержание фосфора в зерне было в вариантах, где применялись Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,88 %) и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0,90 %). Наибольшее содержание калия в зерне яровой пшеницы было в варианте Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,52 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,50 %) и $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,50 %). В соломе наиболее высоким содержанием азота было в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,62 %) и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,59 %). Максимальное содержание фосфора в соломе отмечено в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,35 %), МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,35 %, 0,36 %). Наибольшее содержание калия в соломе отмечено в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1,33 %).

3. Общий вынос элементов питания растениями яровой пшеницы возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольший вынос отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант – 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию.

4. В среднем за 3 года исследований значения удельного выноса в зависимости от доз макро- и микроудобрений изменялись по азоту от 19,6 до 24,7 кг/т, по фосфору – от 9,0 до 11,9 кг/т, по калию – от 13,3 до 16,6 кг/т.

5. Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы / Н. В. Гоман [и др.] // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 1 (45). – С. 30–35.

2. Перскова, Т. Ф. Влияние условий питания на химический состав продукции и вынос элементов питания люпином узколистным / Т. Ф. Перскова, М. Л. Радкевич // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – 1(60). – С. 211–220.

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

4. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин [и др.]; под ред. доктора с.-х наук, профессора, чл.-кор. УААН С. Ю. Булыгина. – Дніпропетровськ «Січ», 2007. – 100 с.

5. Эффективность комплексных НРК-удобрений, получаемых из конверсионных щелоков производства сульфата калия / В. Я. Прушак [и др.] // Вес. Нац. Акад. Навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2019. – №3. – С. 286–296.

6. Хизанейшвили, Н. Э. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность корнеплодовстоловой свеклы, их качество и вынос элементов питания / Н. Э. Хизанейшвили // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №3. – С. 94–98.

7. 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.

8. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактарага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.

АГРОПРИГОДНОСТЬ ЗЕМЕЛЬ ОТЧУЖДЕНИЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ, ИМЕЮЩИХ ПЕРСПЕКТИВУ ВОЗВРАТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ**О. А. МЕРЗЛОВА**

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

(Поступила в редакцию 10.06.2022)

Возможность реабилитации и использования сельскохозяйственных земель, загрязненных радионуклидами и изъятых из оборота, в значительной степени зависит от их почвенных характеристик. В статье представлен анализ разновидностей почвенного покрова участков Могилевской области, изъятых в связи с высокими уровнями радиоактивного загрязнения после аварии на ЧАЭС, имеющих потенциал для возврата в сельскохозяйственный оборот в перспективе.

Согласно эколого-экономической оценке, предпосылки вовлечения в оборот к 2030 году имеют 3790 га, из которых только 2049 га пригодны для пахотного использования. В продолжение исследования путем наложения растровых изображений почвенных карт на контуры участков, зафиксированных в процессе инвентаризации в базе данных посредством земельно-информационной системы MapinfoProfessional определен состав почвенного покрова данных участков и осуществлена их группировка по почвенным разновидностям. Минеральными почвами представлено 87,4 %, пахотопригодных земель, из них 57 % супесчаного гранулометрического состава, песчаного – 24 %, суглинистого – 6 %. На долю торфяно-болотных почв приходится 13 %. Из рекомендованной площади 54 % могут использоваться без ограничений по критериям радиологической безопасности.

В соответствии с подходом к агропроизводственной группировке почв, разработанным в РНИУП «Институт почвоведения и агрохимии», во взаимосвязи с ограничениями радиологических параметров почв отдельных участков определены оптимальные культуры для чередования на пашне после рекультивации земель. По агропроизводственному потенциалу участки, почвы которых оцениваются как наиболее пригодные для выращивания традиционных сельскохозяйственных культур, с приоритетом возделывания бобовых и злаковых культур на зерно, однолетних бобово-злаковых трав, занимают 6 % площади; наиболее пригодные и пригодные с некоторой вариацией по ряду культур – 40 %; пригодные и малопригодные – 43 %; непригодные – 11 %.

Ключевые слова: агропроизводственная группировка, возврат земель, радиологические ограничения, почвенные разновидности, пригодность почв.

The possibility of rehabilitation and use of agricultural lands contaminated with radionuclides and withdrawn from circulation largely depends on their soil characteristics. The article presents an analysis of the varieties of soil cover in areas of the Mogilev region excluded due to high levels of radioactive contamination after the Chernobyl accident, which have the potential to return to agricultural use in the future.

According to the environmental and economic assessment, 3,790 hectares have the preconditions for involvement in turnover by 2030, of which only 2,049 hectares are suitable for arable use. In continuation of the study, by overlaying raster images of soil maps on the contours of plots recorded in the inventory process in the database, the composition of soil cover of these plots was determined using the MapinfoProfessional land information system and their grouping by soil varieties was carried out. Mineral soils represent 87.4 % of arable land, of which 57 % have sandy loamy granulometric composition, 24 % are sandy, 6 % are loamy. The share of peat-bog soils is 13 %. Of the recommended area, 54 % can be used without restrictions according to radiological safety criteria.

In accordance with the approach to the agro-industrial grouping of soils developed at the Republican Research Unitary Enterprise "Institute of Soil Science and Agrochemistry", in conjunction with the limitations of the radiological parameters of soils in individual plots, the optimal crops for rotation on arable land after land reclamation were determined. According to the agro-productive potential, the plots, the soils of which are assessed as the most suitable for growing traditional agricultural crops, with the priority of cultivating legumes and cereals for grain, annual legumes and cereal grasses, occupy 6 % of the area; the most suitable and suitable with some variation for a number of crops – 40 %; suitable and not very unsuitable – 43 %; unsuitable – 11 %.

Key words: agricultural production grouping, land return, radiological restrictions, soil varieties, soil suitability.

Введение

Реабилитация сельскохозяйственных земель, подвергшихся радиоактивному загрязнению, носит комплексный характер, предусматривающий проведение организационных, мелиоративных и защитных противорадиационных мероприятий. Особое место среди таких земель занимают участки, изъятые из оборота в связи с невозможностью обеспечить радиационную защиту сельскохозяйственных работников и населения как потребителя конечной продукции.

В процессе преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь из сельскохозяйственного оборота было изъято 265 тыс. га земель, из которых до настоящего времени 48 тыс. га составляют категорию неиспользуемых на балансе сельскохозяйственных предприятий, районных и сельских исполнительных комитетов. На принятие решений об их возврате влияет ряд технических и агропроизводственных характеристик, среди которых важное значение имеют генезис, степень увлажнения, гранулометрический состав почв, а также агрохимические и радиологические

параметры [1, 2, 3]. Оценка возможности возврата земель предполагает наличие соответствующих исходных данных, которые по прошествии времени были утрачены, либо потеряли свою актуальность.

В 2016 гг. сотрудниками Могилевского филиала и головной организации РНИУП «Институт радиологии» завершена комплексная инвентаризация земель Республики Беларусь, изъятых из оборота в связи с высоким радиоактивным загрязнением [4]. Одними из полей созданной базы данных стали основной тип почв и второй по распространенности (при сильной пестроте), которые позволили провести общую эколого-экономическую оценку возможности возврата земель в оборот в целом по направлениям использования [5, 6]. Однако агропроизводственной группировки участков по пригодности возделывания отдельных культур проведено не было.

В связи с этим дополнительно определены и проанализированы почвенные характеристики неиспользуемых локальных участков Могилевской области упомянутой категории, признанные потенциально пригодными для возврата в сельскохозяйственный оборот.

Основная часть

На основе почвенных картографических материалов 1999 года (путем наложения растровых изображений почвенных карт на контуры участков, зафиксированных в процессе инвентаризации в земельно-информационной базе данных посредством MapinfoProfessional) уточнены почвенные разновидности, присущие исследуемым участкам.

С использованием признанного в Республике Беларусь подхода агропроизводственной группировки почв, разработанного в РНИУП «Институт почвоведения и агрохимии» [7], определены наиболее оптимальные культуры для чередования на пашне после рекультивации земель [8]. При этом учтены ограничения радиологических параметров почв участков, по которым они отнесены к одной из категорий пригодности для возврата земель [5, 6]:

использование без ограничений – земли с МАЭД γ -излучения до 0,2 мкЗв/час с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs до 185 кБк/м² и ^{90}Sr до 18,5 кБк/м² при гарантии соответствия всей растениеводческой продукции допустимым уровням республиканских нормативов и технического регламента Таможенного союза на пищевые продукты (РДУ-99, ТР ТС 021/2011, РДУ);

с незначительными ограничениями – имеются риски производства продукции с повышенным содержанием ^{137}Cs и ^{90}Sr на пищевые цели. Характеризуется МАЭД 0,2–0,6 мкЗв/час, плотностью загрязнения ^{137}Cs не более 554 кБк/м² и ^{90}Sr 37 кБк/м², позволяют производить без ограничений сельскохозяйственное сырье и корма для всех групп скота (в т. ч. по требованиям ТР ТС 021/2011);

с сильными ограничениями в использовании – критическим уровнем загрязнения является возможность заготовки кормов для производства цельного молока (РДУ, ТР ТС).

В настоящей статье рассматривается среднесрочный прогноз до 2030 года, представляющий на текущем этапе наибольший практический интерес среди прочих расчетных периодов (2020, 2030 и 2040 гг.) [6]. Согласно нему, площадь земель, возврат которых с учетом двух направлений использования признан экономически целесообразным и радиационно безопасным, составила 3790,9 га. Эколого-экономические предпосылки возврата для пахотного использования изучаемого вида земель к 2030 году имеют 2049 га (табл. 1).

Таблица 1. Прогноз эколого-экономической пригодности возврата земель в сельскохозяйственное производство к 2030 году

Направление использования	Отрицательное решение, га				Положительное решение, га		
	всего	ограничивающие критерии			всего	в том числе	
		радиологические	экономические	в комплексе		равно пригодны	для одного направления
Пахотное	2471,0	1291,7	579,9	599,7	2049,0	1087,9	961,3
Луговое	7329,1	2992,8	2940,6	1395,7	2829,6	1087,9	1741,7
В целом	6367,8	2251,5	2895	1221,3	3790,9	1087,9	2703

Примечание – из оценки для пахотного использования исключены 5638 га пойменных лугов, для обоих направлений использования 868 га участков – неудобицы.

Приведенная величина получена на основании сравнительной оценки прогнозируемых радиологических параметров почв участков с предельными величинами загрязнения, дифференцированными по почвенным характеристикам (тип почвы, гранулометрический состав), а также фактических характеристик культуртехнического состояния участков (степень закустаренности, заболоченности), производственных (балл плодородия, доступность) с экономически допустимыми, обоснованными в процессе разработки методики эколого-экономической оценки [5, 6].

Луговое направление достаточно однозначно и подразумевает создание травостоя многолетних трав с длительным сроком эксплуатации. Пахотное использование требует более внимательного под-

хода в части составления подбора культур с учетом свойств почвы, радиологических ограничений, факта освоения площадей после длительного пребывания в залежи.

Изучение компонентного состава почвенного покрова обследованной площади (11 тыс. га) показало, почвы с повышенными коэффициентами перехода радионуклидов в продукцию занимают около 66 %, поскольку 19 % земель представлено торфяно-болотными почвами, 53 % – легкими по гранулометрическому составу песчаными и супесчаными почвами и лишь 26 % суглинистыми.

В рамках оценки радиологической составляющей на перспективу их возврата свойства почв оказали существенное влияние. Так, типовые различия определяют биологическую доступность радионуклидов и параметры их миграции в системе почва-растение. Наибольший переход радионуклидов из почвы в растения отмечается на минеральных песчаных и торфяно-болотных почвах в естественных условиях. В пределах одного типа почв – гранулометрический состав почв и степень гидроморфизма. Поступление радионуклидов в растения на песчаных почвах вдвое выше, чем на суглинистых почвах, на торфяных в 4–10 раз выше, чем на минеральных [2].

В рамках экономического этапа оценки из почвенных свойств заметное влияние также оказала степень гидроморфизма, результатом которой стали сильная заболоченность. Данный факт был зафиксирован в первую очередь на торфяных почвах и минеральных почвах тяжелого гранулометрического состава (дерново-подзолистых глинистых и тяжелосуглинистых). В то же время на легких супесчаных почвах, подстилаемых рыхлыми песками, зарастание древесно-кустарниковой растительностью произошло незначительно, что обеспечило им меньшую прогнозируемую затратность культуртехнической мелиорации.

В результате из табл. 2 видно, что из потенциально пахотпригодных по прогнозу на 2030 год основную долю занимают минеральные почвы (87,4 %), среди которых наибольший удельный вес приходится на участки с супесчаным гранулометрическим составом почв 57 %. Большая их часть в соответствие критериям радиологической пригодности возврата в сельскохозяйственный оборот к 2030 г. отнесена к категории использование без ограничений [5]. Вторыми по распространенности являются дерново-подзолистые песчаные почвы (24,3 %), далее торфяно-болотные (12,6 %) и дерново-подзолистые (дерново-карбонатные) суглинистые (6,1 %). В числе этих трех групп без ограничений может использовать лишь 5 % земель, что составляет менее их половины.

Таблица 2. Распределение площадей, пригодных для пахотного использования (прогноз на 2030 год), по гранулометрическому составу почв, га

	Минеральные (дерново-подзолистые и дерново-карбонатные)						Торфяно-болотные	
	песчаные		супесчаные		суглинистые		низинные	
	всего	из них без ограничений	всего	из них без ограничений	всего	из них без ограничений	всего	из них без ограничений
Бельничский	–	–	35,5	35,5	–	–	–	–
Кличевский	–	–	127,4	127,4	–	–	–	–
Кричевский	–	–	297,2	162,2	32,5	32,5	39,6	39,6
Краснопольский	308,5	–	40,9	40,9	–	–	72	–
Могилевский	2,5	2,5	14,5	14,5	–	–	–	–
Славгородский	186,7	14,6	544,7	542	–	–	147,3	14,2
Чериковский	–	–	108,2	88,1	91,7	–	–	–
Итого	497,7	17,1	1168,4	1010,6	124,2	32,5	258,9	53,8
Удельный вес, %	24,3	0,8	57,0	49,3	6,1	1,6	12,6	2,6

Анализ преобладающих на участках почвенных разновидностей свидетельствует, что *наиболее пригодными* для выращивания всего перечня сельскохозяйственных культур являются почвы 3 и 8 агрогрупп (при осушенности последних). Их площадь занимает 125,8 га, или 6,1 % земель, имеющих предпосылки пахотного использования (табл. 3). Принадлежность 34,1 га участков к категории использование без ограничений позволяет выращивать на них наиболее ценные или склонные к повышенному накоплению радионуклидов бобовые и злаковые культуры на зерно (люпин, горох, ячмень, овес), однолетних бобово-злаковых трав, возделывание которых на землях другой категории пригодности несет риски повышенного содержания радионуклидов в конечной продукции. В первые 2 года освоения следует отказаться от размещения пшеницы, чувствительной к окультуренной земле. Соответственно, принадлежность участков к категории с сильными ограничениями с почвенным покровом, относящихся к 3 и 8 агрогруппам (91,7 га), предполагает минимизацию возделывания бобовых культур на зерно, преимущество следует отдавать производству однолетних трав бобово-злаковых смесей, ржи, многолетних злаковых трав.

Отметим, что возделывание картофеля и кукурузы на землях, обособленно расположенных от потенциального пользователя, независимо от принадлежности к агрогруппам несет хозяйственные риски (повышенные затраты на переезды техники для выполнения работ из-за удаленности участков, удаленность от размещения рабочей силы, негативное влияние роющей деятельности кабанов в связи с близостью к лесным массивам). Поэтому данные культуры не указываются среди приоритетных.

Таблица 3. Распределение площадей по группам агропригодности почв, га (прогноз на 2030 год)

№ группы	Наименование групп агропригодности	Всего по области	По категориям радиологической пригодности использования		
			без ограничений	с незнач. огранич.	с сильными огранич.
3	АДП легко- и среднесуглинистые мощные или подстил-е песком глубже 1 м, а также связно-супесчаные, подстил-е суглинком до 1 м. АДК выщелоченные и оглеенные	8,7	8,7	–	–
4	АДП легко- и среднесуглинистые, и связно-супесчаные, подстил-е песком до 1 м, а также рыхлосупесчаные, подстил-е суглинком до 1 м (автоморфные, оглеенные)	448,6	374,3	57,8	16,7
5	АДП рыхлосупесчаные, подстил-е песком и связнопесчаные, подстил-е суглинком (автоморфные, оглеенные, слабogleеватые)	290,2	127,7	134,6	27,9
6	АДП на мощных связных песках и рыхлосупесчаные мощные и подстил-е суглинком (автоморфные, оглеенные, слабogleеватые)	218,6	7,8	106,1	104,6
8	АДП слабogleеватые легко- и среднесуглинистые, а также супесчаные, подстил-е суглинком	<u>117,1</u> 12,7	<u>25,4</u> 12,7	–	<u>91,7</u> –
9	АДП глееватые и глеевые глинистые и тяжелосуглинистые	<u>14,3</u> –	<u>14,3</u> –	–	–
10	АДП глееватые и глеевые на легких и средних суглинках, а также супесях, подстилаемых суглинком	<u>145,7</u> –	<u>107,2</u> –	–	<u>38,5</u> –
11	АДП глееватые и глеевые почвы на супесях, подстилаемых песками и песках	<u>526,9</u> 4,5	<u>369,7</u> 4,5	<u>113,9</u> –	<u>47,3</u> –
12	АДК глееватые и глеевые, агродерновые глееватые и глеевые, агроторфяно-глеевые (мощн. торфа до 0,5м)	<u>42,8</u> –	<u>8,3</u> –	–	<u>34,3</u> –
13	Агроторфяные: мощность торфа 0,5–1,0 м; мощность торфа более 1,0 м	84,7	55,9	–	28,8
		134,5	1,4	–	133,1
Всего		2049,1	1114,0	412,4	522,8

Примечание: АДП – сокращение от агродерново-позолистые; АДК – агродерново-карбонатные; запись через дробь – в числителе указана площадь осушенных почв, в знаменателе – неосушенных.

Почвы попеременно *наиболее пригодные и пригодные* для выращивания всего перечня традиционных культур формируют агрогруппы 4, 8 (неосушенные), 10 (осушенные), 13. Их площадь составляет 826,4 га (40,3 %). В состав данной площади входит 551,5 га земель, использование которых неограниченно по радиологической оценке. На них экономически целесообразно возделывание большинства культур, но почвы 13 агрогруппы однозначно непригодны для кормового люпина, льна, рапса. На участках с незначительными ограничениями (57,8 га) и сильными ограничениями следует отказаться от бобовых культур на зерно, предпочтительнее выращивание пшеницы, тритикале, ржи, многолетних злаковых трав, рапса (кроме 13 группы).

Почвы попеременно *пригодные и малопригодные* для возделывания ключевых сельскохозяйственных культур характеризуют агрогруппы 5, 9 и 11 (осушенные), занимающие 831,4 га (40,6 %). В их числе использование без ограничений возможно на 248,5 га. На последних, исходя из агрономической пригодности, предпочтительнее выращивание ячменя, овса, клевера (только 9 группа). Рапс как техническую культуру с менее жесткими требованиями к содержанию радионуклидов следует размещать на участках с незначительными (248,5 га) и сильными (75,2 га) радиологическими ограничениями.

Осушенные почвы 12 агрогруппы занимают 2,1 % (42,6 га) почвенного покрова. Они наиболее пригодны для производства яровой пшеницы, ячменя, овса и наиболее пригодны для многолетних злаковых трав. Однако люпин, лен, рапс, клевер возделывать неприемлемо. Учитывая их преимущественную принадлежность к категории использования с сильными ограничениями, следует чередовать возделывание перечисленных культур с озимой рожью и озимой тритикале, для которых почвы малопригодны.

Наименее агрономически ценные для возврата участка (10,9 %) имеют в составе почвенного покрова значительную долю неосушенных почв 6, 11 агрогрупп. Участки с почвами 6 группы (218,6 га) малопригодны для выращивания даже озимой ржи, овса и кормового люпина и непригодны для прочих культур. Возврат участков с наличием таких почв целесообразен в случае их доли в покрове ме-

нее трети. Неосушенные почвы 11 агрогруппы (4,5 га) малопригодны для озимой ржи, ячменя, овса, кормового люпина и многолетних злаковых трав. Следуя логике сбалансированности радиологической и агрономической пригодности, предпочтительно их использовать под залужение.

Заключение

В целом агропроизводственный потенциал участков, имеющих эколого-экономические предпосылки для возврата в перспективе, к 2030 году, является средним. Эти результаты являются типичными [3] и достаточно точно отражают общий потенциал почв Могилевской области, загрязненных радионуклидами.

При адаптивном подходе с учетом радиологических ограничений из 2049 га для пахотного использования *наиболее пригодные* почвы формируют 3 и 8 агрогруппы (при осушенности последних), занимая 6 % площади, с приоритетом возделывания бобовых и злаковых культур на зерно, однолетних бобово-злаковых трав. Весомые доли приходятся на почвы попеременно *наиболее пригодные и пригодные* для выращивания всего перечня традиционных культур (40 %) (4, 13, осушенные 8 и 10 групп), а также попеременно пригодные и малопригодные (43 %) (5, осушенные 9, 11 и 12 групп). Для первого ряда предпочтительнее выращивание пшеницы, тритикале, ржи, многолетних злаковых трав, рапса только для 4 и 8 группы.). Для второго ряда – яровой пшеницы, ячменя, овса и наиболее пригодны для многолетних злаковых трав. Почвы с низким агропроизводственным потенциалом занимают 11% оцениваемой площади.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова, Т. Естественная классификация почв беларуси / Т. Романова, В. Берков // наука и инновации. – 2016. – №6(160). – С. 69–72.
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения республики беларусь на 2021–2025 годы / Н. Н. Цыбулько [и др.]; нац. Акад. Наук Беларуси, мсхп рб, ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ивц минфина, 2021. – 144 с.
3. Цыбулько, Н. Н. Почвенно-радиоэкологическое районирование радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель беларуси и россии / Н. Н. Цыбулько, А. В. Панов, И. Е. Титов, В. В. Кречетников // радиация и риск. – 2020. – Т. 29. – №2. – С. 115–127.
4. Седукова, Г. В. Инвентаризация земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота после катастрофы на чернобыльской аэс / Г. В. Седукова, С. А. Исаченко, О. А. Мерзлова // 30 лет после чернобыльской катастрофы. Роль союзного государства в преодолении ее последствий: материалы науч.- практ. конф. – Горки, 2015. – С. 336–341.
5. Мерзлова, О. А. Эколого-экономическое обоснование реабилитации земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования в результате аварии на чернобыльской АЭС: автореф. дис... канд. с.-х. Наук.: 06.01.02 / вниигим им. А. Н. Костякова. – М.: 2021. – 24 с.
6. Мерзлова, О. А. Прогноз возможности возврата в сельскохозяйственный оборот земель могилёвской области республики беларусь, выведенных в связи с высоким радиоактивным загрязнением / О. А. Мерзлова // радиация и риск. – 2021. – № 3. – С. 21–31.
7. Цытрон, Г. С. Агропроизводственная группировка почв беларуси по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур / Г. С. Цытрон, Л. И. Шибут // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 2 (45). – С. 7–18.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. Отраслевых регламентов / институт аграрной экономики нан беларуси; В. В. Гусаков [и др.]. – Мн.: бел. Наука, 2005. – 460 с.

УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИКИ ВЫРАЩИВАНИЯ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

В. А. СЕРДЮКОВ, В. Л. МАХАНЬКО, Д. Д. ФИЦУРО

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013

(Поступила в редакцию 22.06.2022)

В статье представлены результаты исследований влияния агротехники выращивания и условий хранения на урожайность семенного картофеля сортов Бриз, Скарб, Рagneда и Вектар в условиях Центрального региона республики.

Метеорологические условия вегетационных периодов отличались нестабильностью и контрастностью, особенно это относится к количеству выпавших осадков. За период от посадки до уборки среднесуточная температура воздуха была выше среднесезонной. Установлено, что при ширине междурядий 75 см урожайность семенного картофеля была на 5,82 т/га выше (52,69 т/га), чем при ширине 90 см (46,87 т/га). Независимо от сорта, технологии возделывания, способа хранения и условий года применение систем вентилирования пятого технологического уклада обеспечило увеличение урожайности от 1,49 т/га в 2018 г. до 4,20 т/га в 2020 г., (2019 – 2,66 т/га), в среднем за годы исследований на 2,78 т/га. Способ хранения на урожайность семенного картофеля статистически достоверного влияния не оказал. У сортов Бриз, Скарб и Рagneда наибольшая урожайность была получена в вариантах при хранении клубней насыпью, а Вектар – при контейнерном способе. Урожайность картофеля непосредственно зависела от погодных-климатических условий в период вегетации. Наименьшая урожайность по опыту независимо от сорта и варианта отмечена в 2020 г. – 41,23 т/га, наибольшая в 2019 г. – 53,49 т/га, в 2018 г. – 50,63 т/га.

Дисперсионным анализом установлено, что урожайность картофеля непосредственно зависела от условий выращивания на 57,56 %, от факторов «сорт» и «условия хранения» на 7,99 % и 9,84 % соответственно.

Ключевые слова: картофель, сорт, ширина междурядий, условия хранения, урожайность.

The article presents results of research into the influence of agrotechnical methods of cultivation and storage conditions on the yield of seed potatoes of varieties Briz, Skarb, Ragneda and Vektar in the conditions of the Central region of the republic.

The meteorological conditions of the growing seasons were characterized by instability and contrast, especially with regard to the amount of precipitation. During the period from planting to harvesting, the average daily air temperature was above the long-term average. It was found that with a row spacing of 75 cm, the yield of seed potatoes was 5.82 t/ha higher (52.69 t/ha) than with a width of 90 cm (46.87 t/ha). Regardless of the variety, cultivation technology, storage method and year conditions, the use of ventilation systems of the fifth technological order ensured an increase in yield from 1.49 t/ha in 2018 to 4.20 t/ha in 2020, (2019 – 2.66 t/ha), on average over the years of research by 2.78 t/ha. The method of storage did not have a statistically significant effect on the yield of seed potatoes. In varieties Breeze, Skarb and Ragneda, the highest yield was obtained in the variants when tubers were stored in bulk, and Vektar – in the container method. The yield of potatoes directly depended on the weather and climatic conditions during the growing season. The lowest yield in the experiment, regardless of variety and variant, was noted in 2020 – 41.23 t/ha, the highest – in 2019 (53.49 t/ha), in 2018 it was 50.63 t/ha.

Analysis of variance found that potato yield directly depended on growing conditions by 57.56 %, on the factors «variety» and «storage conditions» – by 7.99 % and 9.84 %, respectively.

Key words: potato, variety, row spacing, storage conditions, yield.

Введение

Влияние условий хранения на урожайность клубней семенного картофеля становились предметом исследований ученых из многих стран. Однозначных выводов о характере влияния сделать достаточно сложно, т. к. реакция разных сортов может проявляться в различной степени потому, что параллельно реакция растений картофеля зависит и от других факторов [1, 2]. Семенные качества картофеля зависят также и от условий хранения. При оптимальных условиях хранения обеспечивается сохранение его семенных качеств и, наоборот, нарушение режимов хранения может привести к значительному снижению урожайности. Температура воздуха в пределах 3–5 °С является оптимальной для хранения семенного картофеля. Повышение температурного режима хранения стимулирует жизнедеятельные процессы клубней, усиливается деятельность микроорганизмов, что отрицательно отражается на семенных качествах картофеля. Хранение клубней семенного картофеля при температуре ниже 3 °С приводит к снижению урожайности [3–5].

Исследований, по влиянию агротехнических приёмов возделывания картофеля (в т. ч. ширины междурядий) на урожайность семенного картофеля малоизучено, тем более с использованием систем вентиляции пятого технологического уклада. Таким образом, целью исследований являлось определение влияния агротехники выращивания и условий хранения на урожайность картофеля.

Основная часть

Исследования проводили в лаборатории технологий производства и хранения картофеля РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2018–2020 гг.

В качестве объектов исследований использовали сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: среднеранний – Бриз, среднеспелый – Скарб, среднепоздние – Рагнеда и Вектар.

Предметом исследования была урожайность семенного картофеля.

Проведен пятифакторный опыт:

фактор А – сорт (Бриз, Скарб, Рагнеда и Вектар);

фактор В – ширина междурядий, ТВ (ТВ-75 – технология возделывания с шириной междурядий 75 см – контроль, ТВ-90 – технология возделывания с шириной междурядий 90 см);

фактор С – условия хранения, ТХ (ТХ-1 – применение систем вентилирования пятого технологического уклада (оборудованы центробежными вентиляторами), ТХ-2 – применение систем вентилирования 3–4-го технологических укладов (оборудованы осевыми вентиляторами – контроль);

фактор D – способ хранения, СХ (СХ-н – насыпью, СХ-к – контейнерный).

фактор E – год (почвенно-климатические условия в период вегетации).

Посадку картофеля проводили в 1-й декаде мая.

Технология возделывания – общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 и 90 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [6].

В качестве предшествующей культуры в севообороте использовали озимый рапс.

Минеральные удобрения вносили из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. фосфора (суперфосфат двойной) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Учет и анализ опытного материала выполняли согласно Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля и Методике исследований по культуре картофеля [7–8]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена программой Statistica 10.

Опыты закладывали на технологическом севообороте РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный горизонт опытных участков полей характеризовался следующими агрохимическими показателями, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1. Агрохимические показатели и плотность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы (аг. Самохваловичи, Минский район), 2018–2020 гг.

Показатель	Единица измерения	Год исследований			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	\bar{x}
Гумус	%	1,98	2,22	1,85	2,02
pH _{KCl}	–	4,40	3,40	4,50	4,10
P ₂ O ₅	мг/кг	419,20	220,30	326,00	321,83
K ₂ O	мг/кг	387,60	276,30	337,30	333,73
Плотность почвы	г/см ³	1,15	1,10	1,07	1,11

Содержание основных элементов питания в почве находилось на достаточном уровне для обеспечения требований растений картофеля к почвенному плодородию. Гумус варьировал от 1,85 % до 2,22 %. Почва сильноокислая, кислотность варьировала от 3,40 до 4,50. Содержание подвижного фосфора и калия отличалось по годам, так, самое низкое их содержание было в 2019 г. – 220,30 и 276,30 мг/кг соответственно, больше было в 2020 г., а максимум в 2018 г. – 419,20 и 387,60 мг/кг соответственно.

За период длительного хранения клубней семенного картофеля 2017–2018 гг. в основной период хранения температура колебалась в пределах 3,4–3,8 °С и 3,8–4,5 °С в условиях ТХ-1 и ТХ-2 соответственно. В сезон хранения 2018–2019 гг. температура изменялась от 3,1 до 4,1 °С в условиях ТХ-1, а ТХ-2 варьировала от 3,9 до 5,6 °С. Период хранения 2019–2020 гг. отличался по температурному режиму от других сезонов. Применение центробежных вентиляторов (ТХ-1) обеспечило в массе продукта более стабильные и оптимальные условия, нежели применение осевых (ТХ-2). Колебания температур воздуха в основной период хранения были в пределах 4,0–4,6 °С (интервал 0,6 °С) и 4,3–5,5 °С (1,2 °С) в условиях ТХ-1 и ТХ-2 соответственно.

Метеорологические условия вегетационных периодов отличались нестабильностью и контрастностью, особенно это относится к количеству выпавших осадков (рис. 1 и 2).

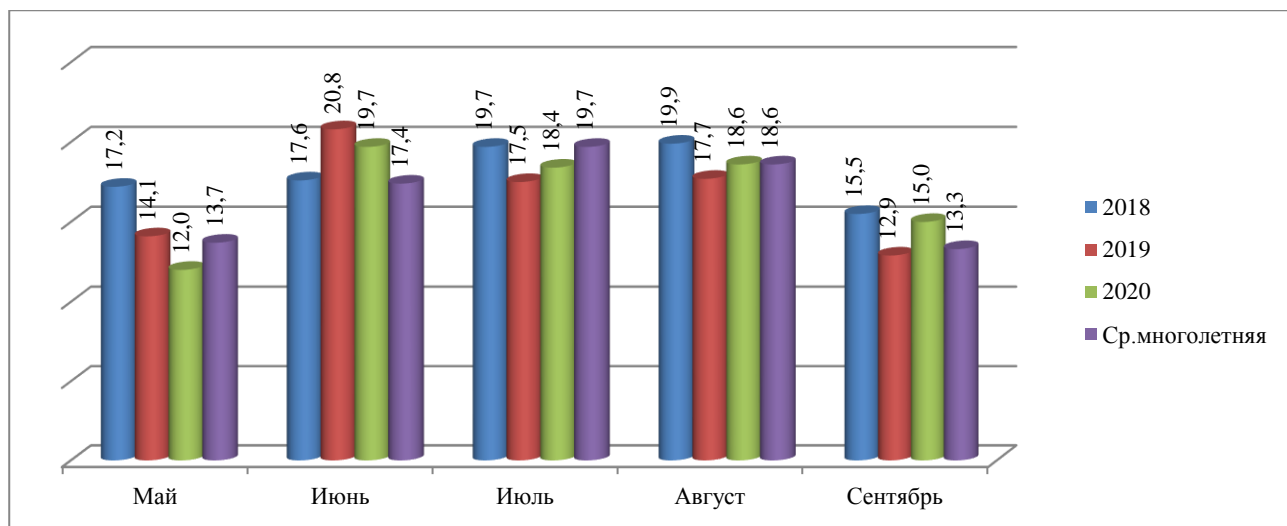


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха по месяцам в период проведения исследований, 2018–2020 гг., °С (Агрометеостанция Минск, аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

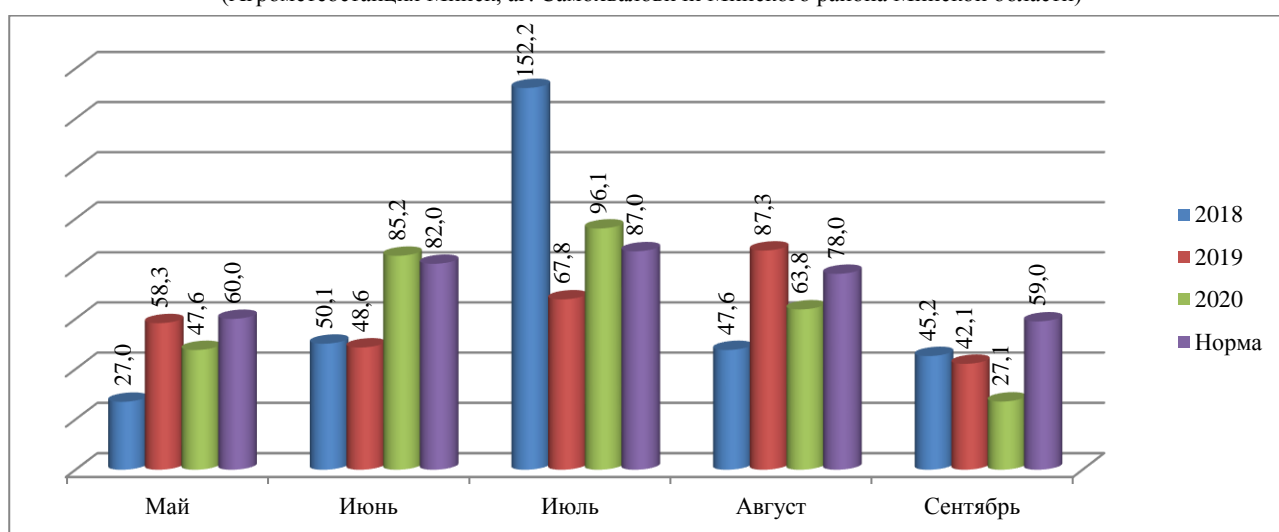


Рис. 2. Количество осадков по месяцам в период проведения исследований, 2018–2020 гг., мм (Агрометеостанция Минск, аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

Среднесуточная температура воздуха в мае 2018 и 2019 гг. была выше среднемноголетней на 3,5 и 0,4 °С соответственно, в 2020 ниже на 1,7 °С. В мае 2018–2020 гг. осадков выпадало ниже нормы, меньше всего их было в 2018 г. Температура в июне повысилась до 17,6 °С (2018 г.), 20,8 °С (2019 г.) и 17,4 °С (2020 г.), что выше среднемноголетнего значения. Осадков выпало ниже нормы в 2018 и 2019 гг. – 50,1 мм и 48,6 мм соответственно, при норме 82,0 мм. В 2020 г. количество осадков превысило норму на 3,2 мм и составило 85,2 мм. Среднесуточная температура воздуха июля 2018 г. была на уровне среднемноголетней – 19,7 °С, в 2019 и 2020 гг. было прохладнее, среднесуточная температура воздуха составила 17,5 и 18,4 °С соответственно. Важно выделить, что количество осадков в июле 2018 г. превысила норму в 1,75 раза, выпало 152,2 мм при норме 87,0 мм. Превышение нормы было также в 2020 г. на 9,1 мм. В 2019 г. осадков выпало ниже нормы на 19,2 мм и составило 67,8 мм. Самая высокая среднесуточная температура воздуха в августе отмечена в 2018 г. – 19,9 °С, что на 1,3 °С выше среднемноголетней. Температура 2020 г. была на уровне среднемноголетней, а 2019 ниже на 0,9 °С. Снижение количества выпадения осадков было ниже нормы в 2018 и 2020 гг., всего выпало 47,6 и 63,8 мм при норме 78,0 мм. В августе 2019 г. количество осадков было выше нормы на 9,3 мм – 87,3 мм. Температура воздуха в сентябре 2018 и 2020 гг. превысила среднемноголетнее значение на 2,2 и 1,7 °С соответственно. Сентябрь 2019 г. был более прохладный, среднесуточная температура воздуха составила 12,9 °С. За годы исследований сентябрь был сухим, количество выпавших осадков не превышало норму. Всего за месяц выпало осадков в 2018 г. – 45,2 мм, 2019 г. – 42,1 мм и в 2020 г. – 27,1 мм при норме 59,0 мм.

За период от посадки до уборки среднесуточная температура воздуха в 2018 г. была 18,0 °С, в 2019 г. – 16,6 °С и в 2020 г. – 16,7 °С при среднемноголетней – 16,5 °С. Количество выпавших осадков от посадки до уборки не превышало норму – 366,0 мм, всего выпало 322,1 мм в 2018 г., 304,1 мм в 2019 г. и 319,8 мм в 2020 г. Гидротермический коэффициент (ГТК) 2018 г. составил – 1,24, 2019 г. – 1,19 и 2020 г. – 1,26.

В результате проведенных исследований урожайность сортов картофеля в опыте варьировала в пределах: Бриз от 48,48 (в варианте ТВ-90+ТХ-2+СХ-н) до 52,39 т/га (ТВ-75+ТХ-1+СХ-н), Скарб от 42,96 (ТВ-75+ТХ-2+СХ-н) до 52,03 (ТВ-75+ТХ-1+СХ-н), Рагнеда от 43,72 (ТВ-90+ТХ-2+СХ-н) до 55,21 (ТВ-75+ТХ-1+СХ-н) и у сорта Вектар от 43,99 (ТВ-90+ТХ-1+СХ-н) до 56,50 т/га (в варианте ТВ-75+ТХ-1+СХ-н). Независимо от ТВ, ТХ, СХ и условий года средняя урожайность сортов картофеля за годы исследований была близка между собой, варьировала от 46,75 т/га (Скарб) до 49,86 т/га (Бриз), у сортов Рагнеда и Вектар была 47,53 и 48,71 т/га соответственно. Исследования показали, что группа спелости на данный показатель не влияет, а является биологической особенностью изменяющаяся под влиянием различного рода факторов. Установлено статистически достоверное отличие в комбинации между сортами Бриз и Скарб, при сравнении между другими сортами результаты находятся в пределах ошибки опыта.

Изменение ширины междурядий показало, что в варианте при ТВ-75 урожайность сортов была выше: Бриз – 50,64 т/га, Скарб – 47,40, Рагнеда – 48,50 и Вектар 51,69 т/га, при ТВ-90 – 49,09 т/га, 46,10, 46,55 и 45,73 т/га соответственно. Закономерности влияния ширины междурядий на урожайность у исследуемых сортов не выявлено, за исключением сорта Вектар, у которого изменение ширины междурядий статистически достоверно повлияло на увеличение урожайности, которая была выше на 5,96 т/га при ТВ-75.

При хранении семенного картофеля в контрольном варианте (условиях ТХ-2) урожайность по сортам составила: Бриз – 49,19 т/га, Скарб – 45,53, Рагнеда – 46,93 и Вектар – 46,58 т/га, а в условиях ТХ-1 – 51,22 т/га, 48,19, 49,30 и 50,65 т/га соответственно. В условия, где применялась система активного вентилирования пятого технологического уклада, независимо от агротехники выращивания, и способа хранения установлена статистически достоверная прибавка урожайности: Бриз на 2,03 т/га, Скарб на 2,66, Рагнеда на 2,37 и Вектар на 4,07 т/га.

Независимо от агротехнической схемы условий возделывания и условий хранения установлено, что при навальном (насыпью) способе хранения семенного картофеля получена более высокая урожайность у сортов Бриз, Скарб и Рагнеда, а у сорта Вектар – при контейнерном. Применяя данный способ хранения клубней, урожайность по сортам возросла на 0,16 т/га (у сорта Бриз), 0,68 (Скарб) и 1,17 т/га (Рагнеда) и составила 50,28, 47,20 и 48,70 т/га соответственно, у сорта Вектар на 0,73 т/га с урожайностью 48,98 т/га, табл. 2.

Таблица 2. Влияние агротехники выращивания, условий и способов хранения на урожайность семенного картофеля, т/га, 2018–2020 гг.

ТВ (В)	ТХ (С)	СХ (D)	Сорт (А)			
			Бриз	Скарб	Рагнеда	Вектар
75	1	Н	52,39	52,03	55,21	56,50
		К	52,12	49,56	48,79	54,87
	2	Н	50,58	42,96	48,36	47,86
		К	48,54	46,19	46,54	48,87
90	1	Н	49,68	45,17	47,52	43,99
		К	50,68	45,99	45,69	47,25
	2	Н	48,48	48,65	43,72	44,67
		К	49,15	44,33	49,10	44,92
НСР ₀₅	фактор В		3,19	3,90	3,23	3,83
	фактор С		3,09	3,88	2,92	3,69
	фактор D		3,19	3,92	3,19	3,86
Средняя урожайность по сорту			49,86	46,75	47,53	48,71
Lim (предел варьирования)			36,27–63,56	31,75–67,11	34,99–69,41	28,93–64,26
НСР _{0,05} – фактор А (сорт)			2,46			

Анализируя влияние ширины междурядий на урожайность семенного картофеля, установлено, что при ширине междурядий 75 см продуктивность семенных клубней была выше. Средняя урожайность, полученная при ширине междурядий 75 см, составила 52,69 т/га, что на 5,82 т/га выше, чем при ТВ-90, табл. 3.

Важно отметить, что при ширине междурядий 90 см за годы исследований урожайность изменялась в пределах от 31,75 (в варианте Скарб+ТХ-2+СХ-н, 2018 г.) до 63,56 т/га (Бриз+ТХ-1+СХ-н, 2019 г.), при ТВ-75 урожайность варьировала от 28,93 (Вектар+ТВ-75+ТХ-2, 2020 г.) до 69,41 (Рагнеда+ТВ-75+ТХ-1, 2018 г.), предел варьирования составил 31,81 и 40,48 т/га соответственно.

Таблица 3. Влияние ширины междурядий на урожайность семенного картофеля, 2018–2020 гг.

Ширина междурядий (В)	Статистический показатель	Урожайность, т/га
75	\bar{x}	52,69
	Lim (предел варьирования)	28,93–69,41
90	\bar{x}	46,87
	Lim (предел варьирования)	31,75–63,56
НСР ₀₅ – фактор В (ширина междурядий)		1,78

Существенное влияние на урожайность семенного клубня оказали условия хранения, которые за годы исследований были нестабильными и контрастными, особенно это отмечалось при хранении клубней в условиях с применением осевых вентиляторов (ТХ-2), что позволило установить влияние данного фактора на урожайность семенного картофеля, табл. 4.

Таблица 4. Влияние условий хранения на урожайность семенного картофеля, 2018–2020 гг.

Условия хранения (С)	Статистический показатель	Урожайность, т/га
ТХ-1	\bar{x}	49,84
	Lim (предел варьирования)	33,49–69,41
ТХ-2	\bar{x}	47,06
	Lim (предел варьирования)	28,93–62,18
НСР ₀₅ – фактор С (условия хранения)		1,72

В условиях ТХ-1 урожайность изменялась в пределах 33,49–69,41 т/га, при использовании вентиляционного оборудования ТХ-2 от 28,93 до 62,18 т/га, средняя урожайность составила 49,84 и 47,06 т/га соответственно.

Применение систем вентиляции пятого технологического уклада обеспечивает прибавку урожая от 0,77 т/га (Рагнеда в 2019 г.) до 5,50 т/га (Бриз в 2020 г.). В среднем за 2018–2020 гг. урожайность увеличивалась от 1,49 т/га в 2018 году до 4,20 т/га в 2020 г. (2019–2,66 т/га). Независимо от сорта, ТВ, СХ и года за годы исследований использование данного оборудования повысило урожайность на 2,78 т/га, что является статистически достоверной прибавкой.

Способ хранения (СХ) на урожайность семенного картофеля не оказал статистически достоверного влияния, средняя урожайность за 2018–2020 гг. была практически одинакова. Следует отметить, что при хранении насыпью урожайность на 0,32 т/га была выше, что при контейнерном способе.

При хранении семенного картофеля насыпью независимо от сорта, ТВ и ТХ урожайность варьировала от 28,93 (в варианте Вектар+ТВ-75+ТХ-2, 2020 г.) до 69,41 т/га (Рагнеда+ТВ-75+ТХ-1, 2018 г.), при хранении в контейнерах от 31,75 (Скарб+ТВ-90+ТХ-2, 2018 г.) до 67,11 т/га (Скарб+ТВ-75+ТХ-1, 2019 г.), табл. 5.

Таблица 5. Влияние способа хранения на урожайность семенного картофеля, 2018–2020 гг.

Способ хранения (D)	Статистический показатель	Урожайность, т/га
н	\bar{x}	48,61
	Lim (предел варьирования)	28,93–69,41
к	\bar{x}	48,29
	Lim (предел варьирования)	31,75–67,11
НСР ₀₅ – фактор D (способ хранения)		1,78

У сортов Бриз, Скарб и Рагнеда наибольшая урожайность была получена в вариантах при хранении клубней насыпью, а Вектар при контейнерном способе.

Урожайность картофеля непосредственно зависела от погодно-климатических условий в период вегетации, обеспеченности растений влагой и теплом. Установлено статистически достоверное влияние данного фактора (Е, условий года) на урожайность. Результат 2020 г. кардинально отличался от 2018 и 2019 гг. Минимальная урожайность по опыту независимо от сорта и варианта исследований была в 2020 году – 41,23 т/га, максимальная в 2019 г. – 53,49 т/га, в 2018 г. – 50,63 т/га, табл. 6.

Таблица 6. Влияние условий года на урожайность семенного картофеля, 2018–2020 гг.

Условия года (Е)	Статистический показатель	Урожайность, т/га
2018 г.	\bar{x}	50,63
	Lim (предел варьирования)	31,75–69,41
2019 г.	\bar{x}	53,49
	Lim (предел варьирования)	40,01–67,11
2020 г.	\bar{x}	41,23
	Lim (предел варьирования)	28,93–52,00
НСР ₀₅ – фактор Е (условия года)		1,66

Урожайность в 2018 г. независимо от сорта, ТВ, ТХ и СХ варьировала от 31,75 т/га до 69,41 т/га. В 2019 г. варьировала от 40,01 до 67,11 т/га. Средняя урожайность в 2020 г. была значительно ниже предыдущих и варьировала от 28,93 до 52,00 т/га.

Более детальную оценку влияния изучаемых факторов на урожайность семенного картофеля показал дисперсионный анализ. Установлено, что урожайность картофеля непосредственно зависела от условий выращивания (фактор Е) на 57,56 %. Необходимо так же выделить факторы А «сорт» и С «условия хранения» (ТХ), с долей влияния 7,99 % и 9,84 % соответственно. На урожайность также оказывает влияние взаимодействия факторов А:Е (сорт и условия года) – 10,92 %. Технология возделывания существенного влияния на урожайность не оказала, доля влияния данного фактора составила 0,77 %. Влияние других факторов на урожайности было не существенно (рис. 3).

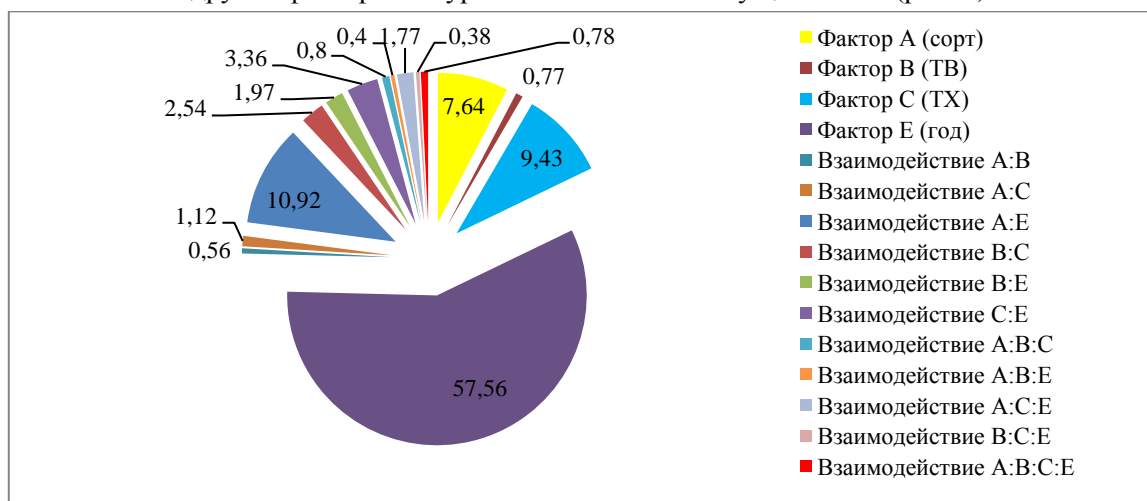


Рис. 3. Доля влияния факторов (сорт, технология возделывания, условия хранения, год и их взаимодействие) на урожайность семенного картофеля, %, 2018–2020 гг.

Заключение

1. Метеорологические условия вегетационных периодов отличались нестабильностью и контрастностью, особенно это относится к количеству выпавших осадков. За период от посадки до уборки среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней.

2. Установлено, что при ширине междурядий 75 см урожайность семенного картофеля была на 5,82 т/га выше (52,69 т/га), чем при ТВ-90 (46,87 т/га).

3. Независимо от сорта, ТВ, СХ и условий года применение систем вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) обеспечило увеличение урожайности от 1,49 т/га в 2018 г. до 4,20 т/га в 2020 г., (2019 – 2,66 т/га), в среднем за годы исследований на 2,78 т/га.

4. Способ хранения на урожайность семенного картофеля статистически достоверного влияния не оказал. У сортов Бриз, Скарб и Рагнеда наибольшая урожайность была получена в вариантах при хранении клубней насыпью, а Вектар – при контейнерном способе.

5. Урожайность картофеля непосредственно зависела от погодно-климатических условий в период вегетации. Наименьшая урожайность по опыту независимо от сорта и варианта исследований отмечена в 2020 г. – 41,23 т/га, наибольшая в 2019 г. – 53,49 т/га, в 2018 г. – 50,63 т/га.

6. Дисперсионный анализ показал, что урожайность картофеля непосредственно зависела от условий выращивания (фактор Е) на 57,56 %, от факторов А «сорт» и С «условия хранения» (ТХ) на 7,99 % и 9,84 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М.: Картофелевод, 2007. – 191 с.
2. Зиновьев, Ю. И. Хранение картофеля в помещениях с принудительной вентиляцией: обзор зарубеж. и отечеств. лит. / Ю. И. Зиновьев. – М.: [б. и.], 1967. – 112 с.
3. Сокол, П. Ф. Хранение картофеля / П. Ф. Сокол. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 256 с.
4. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев, Л. В. Метлицкий. – М.: Колос, 1982. – 221 с.
5. Картофель: (возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 4-е изд., дораб. и доп. – М.: Агродело, 2007. – 457 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 460 с.
7. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля // НИИ картофельного хозяйства. Ред. кол. Н. С. Бацанов [и др.] – М.: 1967. – 265 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА МЕССИДОР, КС НА ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

И. Г. БРУЙ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
г. Жодино, Республика Беларусь, 2220160, e-mail: brui@list.ru

Д. Ф. ПРИВАЛОВ

Институт защиты растений»
п. Прилуки, Республика Беларусь, 223011, e-mail: dmitriyizr@mail.ru

Поступила в редакцию (22.06.2022)

В статье показана эффективность применения регулятора роста Мессидор, КС на основе прогексадиона Са, 50 г/л и метикватхлорида, 300 г/л компании BASF на посевах ярового ячменя. Исследования проводились на полях РУП «Научно-практический Центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области в 2013–2014 гг. на сорте Магутны в 2015, 2017 гг. на сортах Гонар, Магутны и Фэст, в 2020–2021 гг. – на сортах Рейдер, Мустанг, Адамант.

Обработки посевов ячменя в стадии начало выхода в трубку (ВВСН 31-32) в норме расхода 0,5 л/га обеспечивает снижение высоты посева на 9,8–11,4 %, обеспечивает устойчивость культуры к полеганию в среднем на 8,4 балла, что выше контроля на 4,2 балла. В вариантах обработки формируется большая плотность продуктивных побегов в среднем по сортам на 71–124 шт./м² по отношению к контрольному варианту. Существует тесная корреляционная связь ($r=0,852$) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полинома второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ($R=0,751$).

Достоверно большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен на 3,4–6,7 ц/га или 5,5–13,9 % в вариантах применения препарата Мессидор в годы, с уровнем полегания посевов в среднем на 4,8 балла, способствуют формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового.

Ключевые слова: регулятор роста, яровой ячмень, устойчивость к полеганию, продуктивный стеблестой, урожайность.

The article shows the effectiveness of the use of growth regulator Messidor, SC based on calcium prohexadione (50 g/l) and metiquat chloride (300 g/l) from BASF company on spring barley crops. The research was carried out on the fields of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture» in Smolevichi district of Minsk region in 2013–2014 on the variety Magutny; in 2015 and 2017 – on varieties Gonar, Magutny and Fest; in 2020–2021 – on varieties Raid-er, Mustang, Adamant.

The treatment of barley crops at the stage of beginning of emergence into the tube (BBCH 31–32) at a rate of 0.5 l/ha provides a decrease in the height of sowing by 9.8–11.4%, ensures the resistance of crop to lodging by an average of 8.4 points, which is higher than the control by 4.2 points. In the treatment options, a high density of productive shoots is formed on average for varieties by 71–124 pcs/m² in relation to the control variant. There is a close correlation ($r=0.852$) between the density of productive stem and the yield of barley, which is described by the equation of the second order polynomial, with a high coefficient of determination ($R=0.751$).

Significantly higher density of productive stalks and weight of 1000 grains by 0.34–0.67 t/ha or 5.5–13.9 % in the variants of using Messidor in years, with an average level of lodging of crops by 4.8 points, contribute to the formation and preservation of a 0.34–0.67 t/ha or 5.5–13.9 % higher yield of spring barley grain.

Key words: growth regulator, spring barley, resistance to lodging, productive stem density, productivity.

Введение

Регуляторы роста растений являются синтетическими соединениями, которые в настоящее время используются в основном, для снижения высоты посева без изменения показателей развития растений. Это достигается путем уменьшения длины и снижения скорости деления клеток, что влияет на морфологическую структуру стебля. Регуляторы роста являются антогонистами гиббереллинов и ауксинов, именно эти гормоны в первую очередь ответственны за удлинение стеблей. Еще в 1949 г. были открыты росторегулирующие свойства некоторых соединений никотина [1]. С развитием биологической науки были открыты и другие соединения, которые впоследствии стали использоваться при возделывании сельскохозяйственных и садовых культур.

Несмотря на то, что ингибиторы роста по сравнению с гербицидами, фунгицидами и инсектицидами занимают относительно незначительное место в мировой продаже химических средств защиты растений, они представляют коммерчески важную группу биорегуляторов роста и развития растений, и стали неотъемлемой частью производства культур. Контролируя вегетативный рост в условиях интенсивного садоводства, стало возможным формировать компактные фруктовые деревья с высокой продуктивностью, оптимизируя расходы на их обрезку и формирование кроны. Активно используются регуляторы роста при выращивании декоративных растений и формирования газонов [2, 3, 4]. Наиболее широкое применение нашли регуляторы роста, ретардантного действия при возделывании зерновых культур для снижения полегания культур и связанных с этим явлением потерь урожайности [5, 6].

Как правило, ретарданты не изменяют структуру растительного покрова, кроме длины стебля. Отмечается, что при раннем применении препаратов антигиббереллиновой группы (ССС, тринексапак-этил) и соединений, высвобождающих этилен (этефон), интенсивность кушения немного увеличивается, однако этот эффект носит временный характер и при созревании не зарегистрировано никакого влияния регуляторов роста на увеличение числа побегов [5]. Авторы отмечают, что регуляторы роста не оказывают значимого влияния на рост корней с точки зрения удлинения (снижения) или накопления их сухой массы, несмотря на выраженный стресс у обработанных растений. Изменения урожайности зерна связаны с изменениями массы 1000 зерен или количеством зерен в колосе [5, 7]. В основном в литературе отмечается, что использование ретардантов на зерновых культурах направлено на повышение сопротивления соломины к излому и снижению рисков полегания культуры при формировании высокой урожайности и в период интенсивных дождей и ветров.

Цель работы заключалась в оценке потенциала регулятора роста Мессидор, КС для модификации посевов ярового ячменя в условиях возделывания Беларуси.

Основная часть

Регуляторные свойства препарата Мессидор, КС с действующими веществами прогексадион Са, 50 г/л+мепикватхлорид, 300 г/л и его влияние на урожайность ячменя изучались в 2013–2014 гг. на сорте ячменя Магутны, в 2015, 2017 гг. на сортах Гонар, Магутны и Фэст, в 2020–2021 гг. – на сортах Рейдер, Мустанг, Адамант.

Полевые опыты были заложены на полях РУП «Научно-практический Центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области методом системных блоков в 4-кратной повторности. Учётная площадь делянки 25–30 м², норма высева 4,0–4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы определяли в соответствии с общепринятыми методиками. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержанием гумуса от 2,0 до 2,2 %, рН (КС1) 6,0–6,2, подвижного фосфора 136–187 и обменного калия 208–346 мг на кг почвы. В связи со схемой чередования культур опыты закладывались ежегодно на новом поле севооборота. Удобрения вносились из расчета N₁₂₀P₆₀K₈₀ (азотные удобрения в предпосевное внесение и в подкормку 30 кг/га). Защита от сорняков, болезней и вредителей проводилась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры.

Развитие растений учитывалось по десятичному коду роста и развития растений хлебных злаков (ВВСН). Структура урожайности определялась по общепринятой методике снопового анализа после ручной уборки всех растений на закреплённых площадках. Учет полегания посевов ячменя проводился с использованием балльной шкалы, где 0 – отсутствие полегания на делянке, 9 – полное полегание. Уборку посевов ячменя в опытах осуществляли методом прямого комбайнирования и учета урожайности по деляночно с последующим пересчётом ее на 100 % чистоту и стандартную влажность (14 %). Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б. А. Доспехову [5] с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ-STAT.

Оптимальная норма расхода препарата установлена в условиях фитотронно-тепличного комплекса и в полевых опытах в результате скрининга норм расхода от 0,5 до 1,5 л/га, внесенных в фазу ВВСН 31-32. Использование Мессидора в норме расхода 1,0 л/га обеспечило снижение длины 2-го, 3-го и 4-го междоузлий на 8,0–12,5 %, 6,1–12,0 % и 1,3–8,4 % соответственно, а общая высота растений снизилась в среднем на 7,1–17,1 % и составила 87,9–97,1 см в зависимости от сорта ячменя (рис. 1).

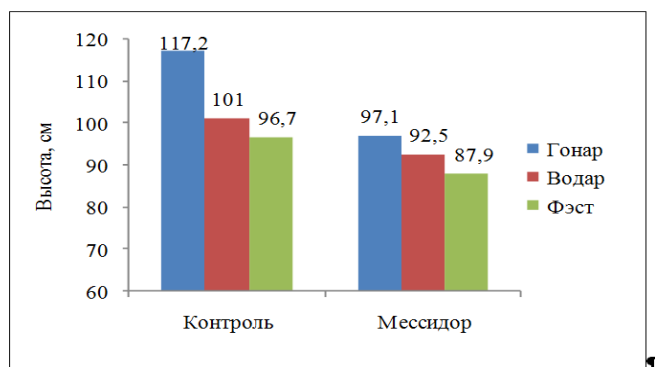


Рис. 1. Влияние ретарданта Мессидор на высоту растений ярового ячменя, в зависимости от сорта в условиях ФТК, см

При применении препарата отмечена стимуляция побегообразования в период трубкавания ячменя – на 30-й день после внесения препарата доказано достоверное увеличение числа побегов на рас-

тении на 8,2–43,9 %, однако к уборке на всех сортах ячменя произошел сброс побегов, и плотность продуктивного стеблестоя снизилась на 7,4 % (Гонар), 11,3 % (Водар) и 21,6 % (Фэст). Сброс продуктивного стеблестоя при применении ретарданта был компенсирован ростом массы 1000 зерен на 2,4–6,6 %. И в условиях ФТК урожайность ячменя сортов Гонар и Водар и Фэст имела тенденцию к снижению на 8,5–24,2 %. Данный факт подтвердил высокие ингибирующие свойства препарата Мессидор, что послужило основанием для испытания в полевых условиях более низкой нормы расхода препарата – 0,5 л/га.

Довольно часто ретарданты называют морфорегуляторами, и это название более точно отражает другую сторону воздействия этих препаратов на растительный организм. Важно заметить, что внесение регуляторов роста не только уменьшает риск полегания за счет сокращения высоты растений, но и может изменять морфологию растений, архитектуру посева, что позволяет менять эффективность процесса фотосинтеза и уровень формирующейся урожайности.

В наших исследованиях установлено, что внесение Мессидора, наряду со снижением высоты растений, влияет на их массу, накопление сухого вещества и побегообразование. Так, под действием препарата, уже на 12-й день после обработки масса растений ячменя сорта Гонар была ниже на 35,4 % в сравнении с контролем; на 20-й день – на 14,2 %, на 30-й день – на 17,7 %, а процент сухого вещества в растениях ячменя сорта возрастал через 12 дней на 2,2–6,6 %, на 20-й – на 4,3–7,2 %, на 30-й – на 2,8–15,3 % в зависимости от сорта. То есть установлено, что ретардант влияет на содержание влаги в растениях и способствуют формированию ксероморфной структуры растений, что повышает устойчивость культуры к неблагоприятным факторам внешней среды.

В полевых условиях ретардантная активность препарата Мессидор была выше, чем в теплице. Длина соломины во все годы испытаний была достоверно ниже контроля на 9,8–11,4 %, что в среднем по сортам за шесть лет испытаний составило 10,8 %, или 7,3 см (рис. 2).

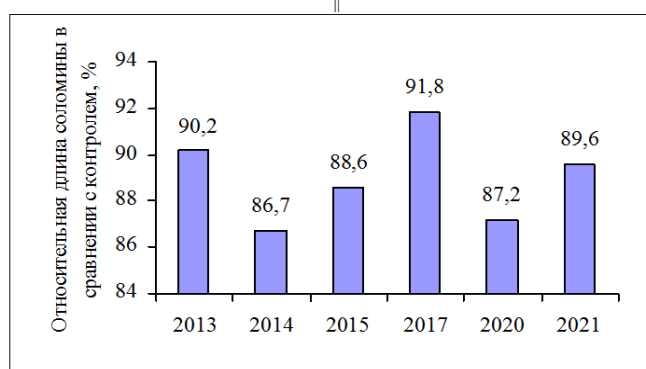


Рис. 2. Влияние ретарданта Мессидор (0,5 л/га) на высоту растений ярового ячменя в полевых условиях, % (среднее по сортам)

По годам исследований уровень полегания ячменя был различным. В 2013 и 2014 годах устойчивость ячменя сорта Магутны оценивалась на 3,5 и 4,5 балла соответственно, в 2015 году средний уровень устойчивости оценивался в 6,3 балла: от 4,5 на сорте Гонар и 5,5 балла на сорте Магутны до 9 баллов на сорте Фэст. В 2017 году средний по культуре балл устойчивости составил 2,4: 1,5 балла – на сорте Гонар, 2,5 – на сорте Магутны и 3 балла на сорте Фэст. В 2020 и 2021 гг. более устойчивым показал себя ячмень сорта Рейдер – 4,0 балла, чуть ниже устойчивость к полеганию у сорта Мустанг – 3,5 балла, менее склонен к полеганию ячмень сорта Адамант – 5,5 балла.

Таблица 1. Влияние ретарданта Мессидор на устойчивость к полеганию ярового ячменя и плотность продуктивного стеблестоя (среднее по сортам)

Вариант	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Устойчивость к полеганию, балл							
Контроль	3,5	4,5	6,3	2,3	4,3	4,3	4,2
Мессидор, 0,5 л/га	7,0	8,5	9,0	8,7	8,7	8,7	8,4
Отклонение к контролю, балл	3,5	4,0	2,7	6,4	4,4	4,4	4,2
Плотность продуктивного стеблестоя, шт./м ²							
Контроль	786	677	499	564	649	514	615
Мессидор	857	679	572	645	773	583	685
Отклонение к контролю, шт./м ²	71	2	73	81	124	69	70
Отклонение к контролю, %	9,0	0,3	14,6	14,4	19,1	13,4	11,4
<i>HCP₀₅</i>	62	58	54	50	71	44	

Снижение высоты посева и укрепление соломины ярового ячменя после обработки препаратом Мессидор обеспечили большую устойчивость ячменя к полеганию. Причем, во все годы испытаний посева практически не полегли. Если в контрольных вариантах опытов устойчивость посевов оценивалась от 2,3 до 4,5 баллов в среднем по сортам, то в варианте обработки Мессидором – 8,4–9,0 баллов. Таким образом, можно констатировать, что применение морфорегулятора Мессидор, КС в норме расхода 0,5 л/га в фазу ВВСН 31-32 повышает устойчивость к полеганию ячменя в два раза (табл. 1). Кроме того, в полевых условиях отмечено достоверное влияние морфорегулятора на формирование и сохранение продуктивного стеблестоя ячменя. В вариантах обработки формировалось в среднем по сортам 572–857 продуктивных побега, что на 71–124 шт./м² больше в сравнении с контрольным вариантом (табл. 1).

Установлена тесная корреляционная связь ($r=0,852$) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полиномы второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ($R=0,751$) (рис. 3). Повышение устойчивости к полеганию способствовало росту массы 1000 зерен на 0,8–2,4 г, или 1,6–5,4 % в зависимости от года, что также положительно сказалось на урожайности культуры – коэффициент корреляции составил $r=0,474$.

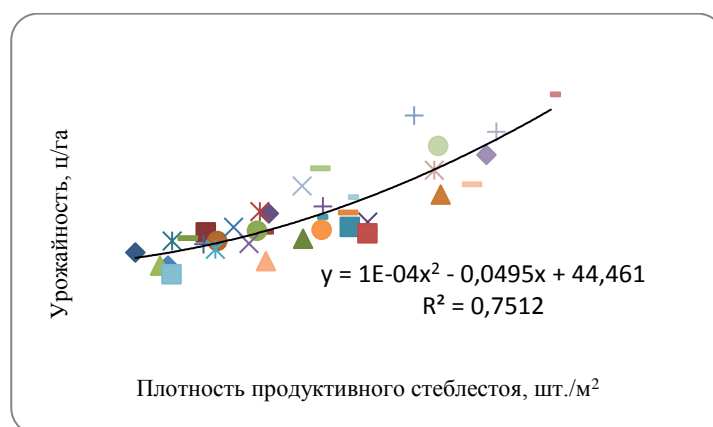


Рис. 3. Корреляционная связь плотности продуктивного стеблестоя и урожайности ярового ячменя (среднее по сортам за 6 лет)

Значительно большая плотность продуктивного стеблестоя в вариантах обработки Мессидором за счет формирования и сохранения большего числа побегов второго порядка закономерно привело к снижению числа зерен в колосе на 8,6–15,4 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние ретарданта Мессидор на массу 1000 зерен и число зерен в колосе ярового ячменя (среднее по сортам)

Вариант	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Масса 1000 зерен, г							
Контроль	44,1	48,7	48,3	44,4	48,3	38,6	45,4
Мессидор	46,5	49,5	49,8	46,7	47,7	40,4	46,8
Отклонение к контролю, г	2,4	0,8	1,5	2,3	-0,6	1,8	1,4
Отклонение к контролю, %	5,4	1,6	3,1	5,2	-1,2	4,7	3,0
<i>HCP₀₅</i>	1,3	0,8	0,9	1,0	1,1	0,6	
Число зерен в колосе, шт.							
Контроль	23,1	19,5	19,6	19,8	21,1	23,3	21,1
Мессидор	21,0	16,5	17,8	18,1	18,9	20,8	18,9
Отклонение к контролю, г	-2,1	-3,0	-1,8	-1,7	-2,2	-2,5	
Отклонение к контролю, %	-9,1	-15,4	-9,2	-8,6	-10,4	-10,7	
<i>HCP₀₅</i>	1,8	2,2	1,3	1,8	1,4	2,1	

Однако большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен в вариантах применения препарата Мессидор в норме расхода 0,5 л/га на яровом ячмене в годы, когда отмечено полегание посевов в среднем на 4,8 балла способствовали формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га, или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового (рис. 4).

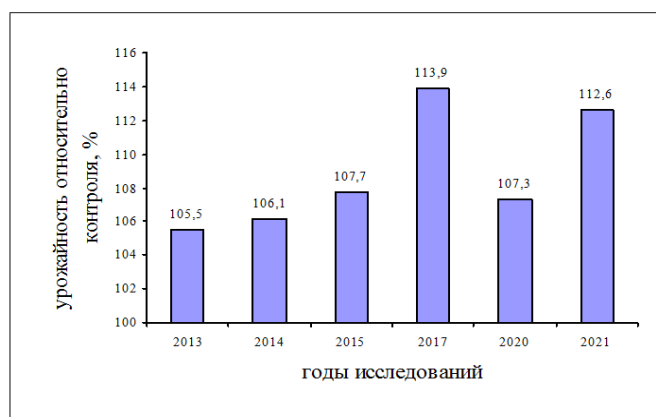


Рис. 4. Относительная урожайность ярового ячменя после обработки посевов ретардантом Мессидор (0,5 л/га) (среднее по сортам)

В целом, в благоприятных для возделывания культуры условиях вегетации, при формировании урожайности в среднем 51,2 ц/га (контроль) применение ретарданта Мессидор, КС в течение шести лет на различных сортах ячменя позволило получить дополнительно 4,8 ц/га, или 9,4 % зерна ячменя.

Заключение

1. Обработки посевов ячменя стадии ВВСН 31-32 регулятором роста Мессидор, КС (прогексадион Са, 50 г/л+мепикватхлорид ,300 г/л) в норме расхода 0,5 л/га обеспечивает снижение высоты посева на 9,8–11,4 %, устойчивость культуры к полеганию в среднем на 8,4 балла, что выше контроля на 4,2 балла.

2. Установлено достоверное влияние морфорегулятора Мессидор, КС на формирование и сохранение продуктивного стеблестоя ячменя. В вариантах обработки формировалось в среднем по сортам на 71–124 шт./м² продуктивных побега больше, по отношению к контрольному варианту.

3. Повышение устойчивости к полеганию способствовало росту массы 1000 зерен на 0,8–2,4 г, или 1,6–5,4 % в зависимости от года, (коэффициент корреляции составил $r=0,474$).

4. Установлена тесная корреляционная связь ($r=0,852$) между плотностью продуктивного стеблестоя и урожайностью ячменя, которая описывается уравнением полиномы второго порядка, при высоком коэффициенте детерминации ($R=0,751$).

4. Достоверно большая плотность продуктивного стеблестоя и большая масса 1000 зерен в вариантах применения препарата Мессидор в норме расхода 0,5 л/га в годы, с уровнем полегания посевов в среднем на 4,8 балла способствовали формированию и сохранению большей на 3,4–6,7 ц/га, или 5,5–13,9 % урожайности зерна ячменя ярового.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mitchell JW, Wirwille JW, Weil L. Plant growth-regulating properties of some nicotinium compounds. – Режим доступа: <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.110.2854.252>. – Дата доступа 05.04.2022.

2. Pedro, L. Nfluência do etil-trinexarac no crescimento inicial do eucalipto / universidade estadual paulista – unesp câmpus de jaboticabal / L. Pedro Luis // 2014/ – Режим доступа: <https://www.lapda.org.br/storage/downloads/influencia-do-etil-trinexarac-no-crescimento-inicial-do-eucalipto-3278.pdf>. – Дата доступа 05.04.2022.

3. Cláudia, I Growth regulators and essential oil production / L. Cláudia, I. Prins, // Braz. J. Plant Physiol. 22(2). 2010. – P. 91–102. – Режим доступа: <https://www.scielo.br/bjpp/a/hsd84jgv8xrgfwdzghrhds/?format=pdf&lang=en>. – Дата доступа 05.04.2022.

4. Gianfagna T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. See Ref. 32a. – 1995. – pp. 751–73.

5. Rajala, a. Plant growth regulators to manipulate cereal growth in northern growing conditions / academic dissertation // Academic dissertation. – Helsinki. – 2003. – p. 47.

6. Бруй, И. Г. Влияние ретарданов на устойчивость к полеганию и урожайность сортов ярового ячменя / И. Г. Бруй, Д. Ф. Привалов, Е. И. Мазюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – №2. – С. 7–12.

7. Bingham, I. J. Commercially available plant growth regulators and promoters modify bulk tissue abscisic acid concentrations in spring barley, but not root growth and yield response to drought / I. J. Bingham, V. B. McCabe. // Annals of applied biology. – 2006. – Vol. 149, – №3. – P. 291–304.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ ИНТЕРМАГ ТИТАН ВО НЕКОРНЕВУЮ ПОДКОРМКУ ОЗИМОГО РАПСА И КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Ф. Н. ЛЕОНОВ, М. В. ЗИМИНА

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 24.06.2022)

В комплексе факторов формирования урожая сельскохозяйственных культур с требуемыми показателями качества растениеводческой продукции решающее значение имеет сбалансированное питание растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Включение микроэлементов в систему удобрения способствует повышению отдачи от системы удобрения культур в целом. Применение различных микроудобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в соответствии с биологическими потребностями растений и учетом обеспеченности почвы подвижными формами микроэлементов способствует не только существенному повышению урожайности, но и улучшению качества растениеводческой продукции. Поэтому направления научного поиска, ориентированные на разработку и внедрение в сельскохозяйственное производство новых форм и видов минеральных комплексных и микроудобрений, являются приоритетными и настоятельно диктуются современной сельскохозяйственной практикой.

В статье представлены результаты полевых опытов по изучению эффективности применения новой формы жидких комплексных удобрений Интермаг Титан (производитель – фирма INTERMAG, РП) на двух важнейших для нашей республики культурах – озимом рапсе и кукурузе на зерно. При применении комплексного удобрения Интермаг Титан в некорневую подкормку отмечен значительный рост урожайности озимого рапса до 30,0 ц/га. Прибавка в среднем за 2 года составила 3,3 ц/га, или 12,4 %. Результаты проведенных исследований на посевах кукурузы свидетельствуют в целом о высоком уровне урожайности зерна при возделывании ее по интенсивной технологии. В среднем за два года урожайность зерна кукурузы при внесении удобрения Интермаг Титан в некорневую подкормку достигла 106,6 ц/га, прибавка зерна от применения удобрения составила 8,5 ц/га, или 8,7 %. Удобрение Интермаг Титан оказало существенное влияние на качественные показатели получаемой продукции.

Ключевые слова: микроэлементы, ультрамикроэлементы, титан, комплексные удобрения, прибавка, качество.

In the complex of factors of the formation of crop yields with the required indicators of quality of crop products, a balanced nutrition of plants with all the necessary macro- and microelements is of decisive importance. The inclusion of trace elements in the fertilizer system contributes to an increase in the return on the crop fertilization system as a whole. The use of various microfertilizers in crop cultivation technologies in accordance with the biological needs of plants and taking into account the availability of soil with mobile forms of microelements contributes not only to a significant increase in yield, but also to an improvement in the quality of crop products. Therefore, the directions of scientific research, focused on the development and introduction into agricultural production of new forms and types of mineral complex- and microfertilizers, are a priority and are strongly dictated by modern agricultural practice.

The article presents results of field experiments to study the effectiveness of the use of a new form of liquid complex fertilizer Inter-mag Titan (manufacturer – INTERMAG, RE) on two of the most important crops for our republic – winter rapeseed and maize for grain. When using the complex fertilizer Inter-mag Titan in foliar top dressing, a significant increase in the yield of winter rapeseed up to 3.00 t/ha was noted. The average increase over 2 years was 0.33 t/ha, or 12.4 %. The results of the studies carried out on maize crops indicate, in general, a high level of grain yield when it is cultivated according to intensive technology. On average, over two years, the yield of maize grain when applying fertilizer Inter-mag Titan as a foliar top dressing reached 10.66 t/ha, the increase in grain from the use of fertilizer was 0.85 t/ha, or 8.7 %. Fertilizer Inter-mag Titan had a significant impact on the quality indicators of the products obtained.

Key words: microelements, ultramicroelements, titanium, complex fertilizers, increase, quality.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь особое внимание уделяется разработке интегрированной или адаптивной стратегии растениеводства, цель которой – обеспечение экономически целесообразного и экологически безопасного повышения урожайности сельскохозяйственных культур, производство конкурентноспособной продукции, сохранение и умножение плодородия почвы. Это может быть достигнуто только при достаточном использовании необходимого количества ресурсов, среди которых значительная роль принадлежит обеспеченности растений элементами минерального питания, что достигается за счет внесения макро- и микроудобрений с учетом биологических особенностей культуры.

В последние годы в мире разработан большой ассортимент жидких комплексных удобрений (ЖКУ), содержащих различные сочетания макроэлементов, а также микроэлементов в хелатной форме [1, 2]. Использование комплексных удобрений позволяет при разовом внесении обеспечить растения всеми необходимыми элементами питания [3, 4, 5].

Благодаря высокому качеству и умеренной цене широкое распространение на белорусском рынке получила продукция польского предприятия INTERMAG, производящая серию концентрированных комплексных удобрений, предназначенных для многих видов и сортов зерновых культур, многолет-

них злаковых трав, овощей и ягод. Для широкого внедрения удобрения Интермаг Титан в технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимы научные исследования по изучению его эффективности в полевых условиях.

Присутствие в данном удобрении ультрамикроэлемента титан, как установлено научными исследованиями, активизирует процессы метаболизма в растении, интенсифицирует фотосинтез и поступление питательных веществ из почвы, стимулирует процессы опыления и завязывания плодов, укрепляет иммунную систему растения и повышает устойчивость к грибковым заболеваниям, ускоряет формирование, рост и развитие листьев, положительно влияет на морфологию и состояние растения, повышает устойчивость растения к изменению погодных условий и заморозкам, «наливает» цветы, листья и плоды интенсивным, здоровым цветом, повышает урожайность, ускоряет начало сезона уборки урожая.

Основная часть

Полевые исследования, целью которых являлось изучение эффективности применения нового удобрения Интермаг Титан на посевах озимого рапса и кукурузы на зерно, были проведены на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» на дерново-подзолистой связносупесчаной почве в 2016–2018 гг. По данным агрохимического анализа почва опытного участка характеризуется недостаточным содержанием гумуса, слабокислой и близкой к нейтральной реакции почвенной среды, повышенным содержанием фосфора и средним калия, бора и меди, высоким – марганца, низким – цинка и магния.

В опыте изучалась эффективность внесения удобрения Интермаг Титан, которое имеет следующий химический состав, %: MgO–5,0; SO₃–10,0; Ti – 0,700. В 1 литре удобрения содержится 8,5 г доступного для растений титана. В качестве эталона применялось удобрение Эколист макро 35 + Mg, которое характеризуется следующим химическим составом (%): N – 26, MgO – 3,5, B – 0,02, Cu – 0,2, Fe – 0,02, Mn – 1, Mo – 0,005, Zn – 0,01. Это удобрение внесено в «Государственный реестр средств защиты растений, пестицидов и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

В опыте с озимым рапсом общая площадь делянки составляла 25 м², учетная – 16 м², размещение вариантов систематическое, повторность четырехкратная. Предшественник – яровой ячмень. В опытах возделывался гибрид Веритас.

Изучаемое удобрение Интермаг Титан вносилось в некорневую подкормку по вегетирующим растениям озимого рапса в 4 срока: 1 – осенью в фазу 6–8 листьев, 2 – весной в фазу возобновления весенней вегетации, 3 – в фазу начало бутонизации, 4 – в фазу конец бутонизации в дозе 0,2 л/га с помощью ранцевого опрыскивателя. Дозы и сроки внесения удобрения были рекомендованы производителем. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

В среднем за 2 года применяемая система удобрений в интенсивной технологии возделывания культуры в фоновом варианте, где вносились только макроудобрения, обеспечила получение довольно высокой урожайности маслосемян озимого рапса – 26,7 ц/га (табл. 1). При внесении в некорневую подкормку комплексного минерального удобрения Интермаг Титан отмечен значительный рост урожайности – до 30,0 ц/га. Прибавка к фоновому варианту в среднем за 2 года составила 3,3 ц/га или 12,4 %. Внесение удобрения Эколист макро 35+Mg обеспечило получение 30,3 ц/га маслосемян, прибавка урожайности к фоновому варианту – 3,6 ц/га.

Таблица 1. Влияние удобрения Интермаг Титан на урожайность маслосемян озимого рапса, ц/га

Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	В среднем за два года	
			урожайность	прибавка к фону
1. N ₂₁₀ P ₉₁ K ₁₂₀ - фон	24,2	29,2	26,7	–
2. Фон + Эколист макро 35+ Mg	27,7	32,9	30,3	3,6
3. Фон + Интермаг Титан	27,8	32,2	30,0	3,3
НСР _{0,05}	1,50	1,74	1,60	

Необходимо отметить, что между вариантами 2 и 3, где изучались 2 формы комплексных удобрений – Эколист макро 35+Mg и Интермаг Титан, прибавка урожайности оказалась несущественной, так как находится в пределах ошибки опыта (в пределах НСР₀₅).

Удобрение Интермаг Титан оказало существенное влияние на качественные показатели получаемой продукции.

Проведение химического анализа рапсового масла показало, что в 2016 году в варианте 1(фон) содержание сырого жира составило 40,9 %. Применение комплексных удобрений Эколист макро 35+

Mg и Интермаг Титан в некорневую подкормку дало незначительную прибавку сырого жира – всего 0,2 % и 0,1 % к фоновому варианту соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Влияние удобрения Интермаг Титан на содержание сырого жира и протеина в семенах озимого рапса, %

Вариант опыта	Сырой жир, %			Сырой протеин, %		
	2016 г.	2017 г.	в среднем за 2 года	2016 г.	2017 г.	в среднем за 2 года
1. N ₂₁₀ P ₉₁ K ₁₂₀ - фон	40,9	38,8	39,8	18,8	17,4	18,1
2. Фон + Эколист макро 35+ Mg	41,1	39,2	40,2	20,7	18,2	19,4
3. Фон + Интермаг Титан	41,0	39,2	40,1	21,0	18,5	19,8

Агрометеорологические условия 2017 года при выращивании озимого рапса вызвали незначительное понижение содержания сырого жира в маслосеменах, так как год был более влажным, и уменьшилось содержание сухого вещества. В фоновом варианте содержание сырого жира составило 38,8 %. Применение удобрений Эколист макро 35 + Mg и Интермаг Титан дало одинаковую прибавку содержания жира – 0,4 %. В среднем за 2 года содержание сырого жира в маслосеменах озимого рапса в варианте 1 составило 39,8 %, а при внесении в некорневую подкормку удобрений Эколист макро 35+Mg и Интермаг Титан оно несущественно повысилось соответственно до 40,2 и 40,1 %.

Содержание сырого протеина в семенах рапса имеет тенденцию к снижению в 2017 году по сравнению с 2016 годом. Содержание сырого протеина в маслосеменах за два года исследований в фоновом варианте составило 18,1 %. При внесении в некорневую подкормку удобрения Эколист макро 35+Mg содержание сырого протеина по сравнению с фоновым вариантом повысилось на 1,3 %. Наибольшим содержанием сырого протеина было при внесении удобрения Интермаг Титан, которое составило 19,8 %, т.е. в сравнении с фоном содержание повысилось на 1,7 %.

Изучение эффективности применения удобрения Интермаг Титан при возделывании кукурузы на зерно проводилось на гибриде Порумбень 174 СВ раннеспелый (ФАО-170) молдавской селекции, включенном в Государственный реестр в 2003 году.

Площадь делянки в опыте составляла 49 м², учетная площадь – 28 м², повторность четырехкратная. Предшественник – кукуруза, под которую вносили подстилочный навоз (60 т/га). Фосфорные (аммофос) и калийные удобрения (хлористый калий) вносили осенью под зяблевую вспашу. Азотные удобрения (карбамид) применяли в основной прием под предпосевную обработку почвы. На фоне минеральной системы удобрения (N₁₂₀P₆₀K₁₂₀) проводилось изучение эффективности комплексного удобрения Интермаг Титан.

Комплексные удобрения вносили в некорневую подкормку двукратно: в фазу 4–6 листьев и 8–9 листьев с помощью ранцевого опрыскивателя. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют в целом о высоком уровне урожайности зерна кукурузы при возделывании ее по интенсивной технологии на фоне минеральной системы удобрения – N₁₂₀P₆₀K₁₂₀. В этом варианте максимальная урожайность зерна кукурузы (106,6 ц/га) была получена в наиболее благоприятном по погодным условиям 2017 году (табл. 3). В 2018 году она была на 17,1 ц/га ниже, чем 2017 году.

Таблица 3 Влияние жидких комплексных удобрений на урожайность зерна кукурузы, ц/га

Вариант опыта	2017 г.	2018 г.	В среднем за два года	
			урожайность	прибавка к фону
1. N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	106,6*	89,5	98,1	-
2. Фон+Эколист макро 35+ Mg	115,1	95,7	105,4	7,3
3. Фон+Интермаг Титан	117,4	95,8	106,6	8,5
НСР _{0,05}	5,50	3,60	4,65	

* урожайность зерна кукурузы представлена при влажности 14 %.

В оба года исследований в опытах отмечена высокая эффективность жидкого комплексного удобрения Интермаг Титан. Применение удобрения Интермаг Титан в дозе 0,2 л/га в некорневую подкормку в фазу 4–6 листьев и 8–9 листьев достоверно повлияло на урожайность зерна кукурузы по сравнению с фоном. В 2017 году подкормка кукурузы удобрением Интермаг Титан позволила увеличить урожайность зерна на 10,8 ц/га (10,1 %), в 2018 году – на 6,2 ц/га (7,0 %) по сравнению с фоном. В среднем за 2 года прибавка зерна кукурузы от применения удобрения Интермаг Титан на фоне N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ составила 8,5 ц/га или 8,7 %. При этом по эффективности жидкое комплексное удобрение Интермаг Титан было равноценно удобрению Эколист макро 35+Mg, которое в опыте использовали в качестве эталона. Прибавка зерна кукурузы от применения эталонного удобрения в 2017 году составила 8,5 ц/га (8,0 %), в 2018 году – 6,2 ц/га (6,9 %) по сравнению с фоном.

Одним из основных показателей качества зерна кукурузы является содержание в нем сырого и переваримого протеина. Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии жидких комплексных удобрений на содержание сырого протеина в зерне кукурузы (табл. 4).

Таблица 4. Влияние жидких комплексных удобрений на содержание сырого и переваримого протеина в зерне кукурузы

Вариант	Сырой протеин, %				Переваримый протеин (среднее), г/кг СВ
	2017 г.	2018 г.	среднее	+/- к фону	
1. N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,2	8,6	8,4	–	64,7
2. Фон + Эколист макро 35 + Mg	8,8	9,1	9,0	0,6	69,3
3. Фон +Интермаг Титан	8,7	9,2	9,0	0,6	69,3
НСР ₀₅	0,4	0,5			

В годы исследований применение удобрения Интермаг Титан в некорневую подкормку в фазу 4–6 листьев и 8–9 листьев увеличило содержание сырого протеина в зерне кукурузы на 0,5–0,6 % по сравнению с фоном. При этом жидкие комплексные удобрения оказали равноценное положительное действие на содержание сырого протеина в зерне кукурузы. В среднем за 2 года содержание сырого протеина в зерне на вариантах с удобрениями Интермаг Титан и Эколист макро 35 + Mg было на 0,6 % выше, а содержание переваримого протеина, рассчитанное путем умножения содержания сырого протеина на коэффициент переваримости (0,77), – на 4,6 г/кг сухого вещества (СВ) по сравнению с фоном.

Расчет сбора переваримого протеина с одного гектара показал, что на вариантах с внесением жидких комплексных удобрений он был выше по сравнению с фоном на 0,9–1,0 ц/га, что связано не только с большим содержанием переваримого протеина в зерне кукурузы, но и с ростом урожайности зерна кукурузы на этих вариантах. В зерне кукурузы внесение удобрения Интермаг Титан повышало в среднем за 2 года содержание сырого протеина на 0,6%, переваримого протеина – на 4,6 г/кг СВ, а также сбор переваримого протеина – на 1,0 ц/га по сравнению с фоном.

Заключение

Для получения высоких урожаев хорошего качества на дерново-подзолистой связносупесчаной почве рекомендуется применять комплексное удобрение Интермаг Титан при возделывании озимого рапса в некорневую подкормку по вегетирующим растениям в 4 срока: в фазу 6–8 листьев, возобновление весенней вегетации, начало бутонизации, конец бутонизации в дозе 0,2 л/га на фоне внесения N₂₁₀ P₉₁K₁₂₀, а также при возделывании кукурузы на зерно двукратно: в фазы 4–6 и 8–9 листьев на фоне N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ в дозе 0,2 л/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение новых форм комплексных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Г. В. Пироговская [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 48 с.
2. Эффективность применения жидких хелатных микроудобрений микростим при возделывании кукурузы / М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия – 2015. – Том 54, № 1. – С. 200–207.
3. Эффективность применения комплексных удобрений и регуляторов роста при возделывании озимого рапса. Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси. Материалы 111 Международной научно-практической конференции 15–16 сентября 2016 г. / Леонов Ф. Н. [и др.]. – Минск: «ИФЦ Минфина» 2016. – С. 115–118.
4. Влияние жидких комплексных удобрений на урожайность и качество зерна кукурузы / Емельянова В. Н. [и др.]. – Сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства». – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 86–87.
5. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 440 с.

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ПРИЕМОВ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. А. САПЕГО

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

(Поступила в редакцию 24.06.2022)

В статье представлены результаты исследований по эффективности использования минеральных макро- и микроудобрений в почву при возделывании льна масличного, а также в качестве некорневых подкормок по вегетации с применением стандартных и новых форм жидких комплексных удобрений (хлорсодержащее и бесхлорное), их совместного использования с регуляторами роста растений (Экосил, Эпин) и микроудобрениями (Экогум). Установлено, что внесение минеральных удобрений в предпосевную обработку обеспечивает увеличение урожайности семян льна масличного на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в среднем на 3,9 ц/га к контролю (без удобрений) и на 0,9–1,4 ц/га к фону 1 (N₆₀P₄₀K₈₀). Применение различных модификаций жидких комплексных удобрений, а также в сочетании с регуляторами роста растений и микроудобрениями в некорневые подкормки по вегетации позволило дополнительно повысить урожайность на 1,2–3,5 ц/га. Установлено, что внесение N₂₀ в некорневую подкормку повышало урожайность льна масличного на 4,5 ц/га по отношению к контролю, на 0,6 ц/га – к фону 2 (N₄₀P₄₀K₈₀), а совместно с микроудобрениями и микроэлементами B, Zn – еще на 0,5–1,4 ц/га в среднем за годы исследований.

Определено доленое влияние условий вегетационного года и исследуемых удобрений на урожайность льна масличного за 2018–2021 годы. Установлено, что как внесение стандартных и новых форм жидких комплексных удобрений, так и влияние метеорологических условий оказывали влияние на повышение урожайности. При этом внесение азота дробно показало максимальное влияние на урожайность – 44,7 %.

Ключевые слова: лен масличный, жидкие комплексные удобрения, некорневые подкормки, урожайность.

The article presents results of research into the efficiency of the use of mineral macro- and microfertilizers in the soil during the cultivation of oil flax, as well as in foliar top dressing during the growing season using standard and new forms of liquid complex fertilizers (chlorine-containing and chlorine-free), their joint use with plant growth regulators (Ekosil, Epin) and microfertilizers (Ekogum). It has been established that the application of mineral fertilizers during pre-sowing treatment provides an increase in the yield of oil flax seeds on soddy-podzolic medium loamy soil by an average of 0.39 t/ha compared to the control (without fertilizers) and by 0.09–0.14 t/ha compared to background 1 (N₆₀P₄₀K₈₀). The use of various modifications of liquid complex fertilizers, as well as in combination with plant growth regulators and microfertilizers in foliar top dressing during the growing season, made it possible to further increase the yield by 0.12–0.35 t/ha. It was established that the introduction of N₂₀ into foliar feeding increased the yield of oil flax by 0.45 t/ha compared to control, by 0.06 t/ha compared to background 2 (N₄₀P₄₀K₈₀), and together with micronutrient fertilizers and trace elements B, Zn – even more by 0.05–0.14 t/ha on average over the years of research.

The share influence of the conditions of the growing year and the studied fertilizers on the yield of oil flax during 2018–2021 was determined. It was established that both the introduction of standard and new forms of liquid complex fertilizers and the influence of meteorological conditions had an impact on increasing yields. At the same time, the introduction of nitrogen fractionally showed the maximum effect on the yield – 44.7 %.

Key words: oil flax, liquid complex fertilizers, foliar top dressing, productivity.

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства и льноводства, в частности, одним из основных направлений является применение более прогрессивных и высокотехнологичных методов воздействия на растения и агроценоз в целом для повышения их продуктивности и улучшения качества продукции. Как правило, это предусматривает повышение эффективности использования минеральных удобрений путем их более рационального использования [1]. Одним из таких методов является применение некорневых подкормок растений азотом, не только зерновых культур, но и льна [2]. При этом исследователи отмечают, что на формирование урожая зерна и его качественных показателей основное влияние оказывает азот, поступающий в растения, как в ранние, так и поздние фазы развития, более того, чем позднее он внесен, тем в большем количестве обнаруживается в зерне [3]. В число таких методов входит некорневое внесение азота в более поздние фазы онтогенеза. Поскольку применение удобрений является одним из важнейших факторов интенсификации возделывания любой культуры, в том числе и льна масличного [4, 5], основное внимание в своей работе мы уделили анализу эффективности его использования при возделывании этой культуры в Беларуси.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что наиболее эффективной формой микроэлементов для растений являются комплексные соединения металлов в форме хелатов, обеспечивающих лучшую доступность для растений микроэлементов, являющихся одним из средств регулирования физиолого-биохимических процессов в растениях и способствующих их большей продуктивности. Поэтому разработка новых, более экономичных, технологичных, экологических и универсаль-

ных по назначению видов микроудобрений и рациональных способов их применения под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов является сегодня весьма перспективной [6]. Одним из таких эффективных способов применения удобрений на льне масличном являются некорневые подкормки.

Основная часть

Опыты со льном масличным проведены на полях РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области в период 2018–2021 гг.

Сорт льна, выбранный для исследований, – Илим. Сорт допущен к возделыванию в Республике Беларусь с 2010 года, а с 2018 – в Волго-Вятском и Западно-Сибирском округах Российской Федерации. Обладает высокой урожайностью семян – до 21,1 ц/га (средняя урожайность семян за 2010–2012 годы испытания составила 14,2 ц/га, максимальная – 30,6 ц/га получена на Щучинском ГСУ в 2012 году), масличность – до 57 % (при среднем показателе 43,2 %). Содержание масла в семенах составило 43,2 %, белка – 24,2 %; сбор масла – 6,3 ц/га, белка – 3,4 ц/га. Содержание олеиновой кислоты составляет 18,3 %, линолевой – 15,9 %, линоленовой – 56,4 %. Илим является одним из самых крупносемянных сортов льна масличного с массой 1000 семян 7,3 г, что выше по сравнению с другими сортами на 1,1–1,5 г, или 15,1–15,5 %. Масса 1000 семян в среднем по республике за годы испытаний ГСИ составила 6,2 г. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,5 балла. Сорт высокоустойчив к фузариозному увяданию [7].

В среднем по республике в 2018–2021 годы сорт Илим занимал 1571 га, или 41,1 % от посевов льна масличного (рис. 1). По сортовой структуре возделывания льна масличного максимальная площадь сорта Илим была в 2019 году – 70,9 % (рис. 2).

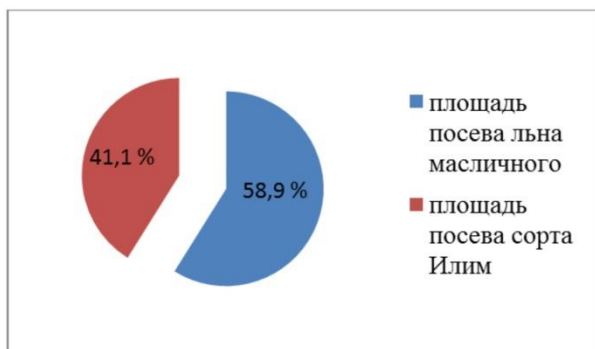


Рис. 1. Возделывание сорта Илим в Беларуси, среднее за 2018–2021 гг.

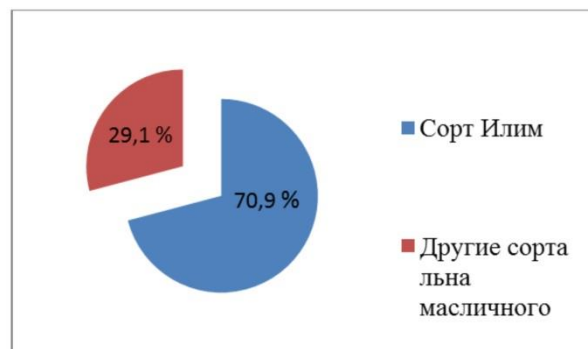


Рис. 2. Возделывание сорта Илим в Беларуси в 2019 году

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: $pH_{(KCl)}$ – 5,03–5,05; гумус – 1,50–1,75 %; P_2O_5 – 208–242 мг/кг; K_2O – 208–273 мг/кг; CaO – 93,7–113,8 мг/кг; MgO – 26,0–27,1 мг/кг; Cu – 1,5–2,9 мг/кг; Zn – 2,2–2,9 мг/кг; B – 0,5–0,8 мг/кг.

Делянки, общей площадью 16 м², учетной – 12 м², заложены в 4-кратной повторности по каждому варианту, расположение – рендомизированное. Норма высева – 10 млн. всхожих семян на гектар. Предшественниками во все годы исследований были зерновые культуры.

Схема опыта включала в себя три блока (в качестве абсолютного контроля – почва без удобрений):

1. Удобрения вносили только в предпосевную обработку почвы на фоне 1 – $N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений: карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый кальций). В данном блоке изучали жидкие азотно-серосодержащие NS (10:12) и азотно-калийные NK (20:4) микроудобрения без модифицирующих добавок и с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10), а также жидкое комплексное удобрение для льна масличного (марка $N_{10-13}P_{8-11}K_{17-22}$ с B, Zn, Fe).

2. Удобрения для основного внесения в почву на фоне 1 с двумя дополнительными некорневыми подкормками: в фазу всходы в дозе 4,0 л/га и в фазу «елочка» в дозе 6,0 л/га. В блоке изучали следующие удобрения:

– жидкое комплексное азотно-фосфорно-калийное хлорсодержащее удобрение для льна масличного с микроэлементами NPK (5:7:10) и добавлением хелатных форм микроэлементов B (0,15 %), Zn (0,10 %), Cu (0,10) – ЖКУ 1;

– жидкое комплексное азотно-фосфорно-калийное бесхлорное удобрение для льна масличного с микроэлементами NPK (5:7:10) и добавлением хелатных форм микроэлементов B (0,15 %), Zn (0,10 %), Cu (0,10) – ЖКУ 2;

– Калия монофосфат жидкий с содержанием P_2O_5 (7,21 %), K_2O (не менее 4,79 %) без добавок – РК;

– Калия монофосфат жидкий с содержанием P_2O_5 (7,21 %), K_2O (не менее 4,79 %) с модифицирующими добавками В (0,15 %), Zn (0,10 %) – РК, В, Zn.

3. Изучали влияние азотно-серосодержащих NS (10:12) и азотно-калийных НК (20:4) микроудобрений без добавок и с добавками микроэлементов В (0,15 %), Zn (0,10 %) в форме сульфатов на фоне 2 – $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$ при внесении их в некорневую подкормку по вегетации.

Все работы по обработке почвы, севу, уходу за посевами выполняли в оптимальные сроки (с учетом метеорологических условий) в течение одного дня, в соответствии с регламентом [5].

Эффективность некорневой подкормки зависит от множества факторов, к которым относятся: увлажненность, уровень плодородия и гранулометрический состав почвы, биологические особенности культур, условия агротехники, применяемые удобрения.

Наибольший эффект от некорневых подкормок наблюдается в районах с достаточным увлажнением, особенно на почвах с легким гранулометрическим составом. Это объясняется тем, что внесение полной нормы минеральных веществ в основной прием приводит к потерям элементов питания за счет вымывания их за пределы корнеобитаемого слоя. При этом происходит загрязнение окружающей среды и снижение эффективности удобрений.

ГТК 1,6-1,3 характеризует влажный год, а ГТК 1,3-1,0 – слабо засушливый, поэтому 2019 год, имеющий ГТК в средних значениях между названными, можно считать оптимальным годом, который оказался наиболее благоприятным для роста и развития растений, что способствовало формированию высокого урожая льна масличного. Так, среднесуточная температура воздуха в мае – первой декаде июня была выше средних значений на 1,7–4,2 °С, а количество выпавших осадков составляло на превысило среднее многолетнее на 53 %.

Вегетационный период 2020 года оказался экстремальным для роста и развития льна масличного из-за избыточной влажности. Так, в мае количество выпавших осадков превысило средние значения в 3 раза при средней температуре воздуха 10,9 °С, в июне – в 3,3 раза. Период уборки также характеризовался большим количеством осадков – 137,7 мм при среднемноголетнем 23,3 мм. ГТК в августе 2020 года составил 2,5, а в сентябре – 1,7 при средней норме 0,5–0,6 соответственно. Избыточное количество осадков привело к значительному снижению урожайности льна масличного.

2021 года также оказался экстремальным для роста и развития льна масличного – по причине засушливости и повышенных температур в период вегетации. Так, в июне средняя температура воздуха превышала среднее многолетнее значение на 3,5 °С, а в целом за вегетационный период года – на 2,2 °С, количество выпавших осадков в июле оказалось ниже на 35 % среднего значения. Таким образом, повышенные температуры сказались неблагоприятным образом на формировании урожайности льна масличного.

Установлено, что и избыток влаги (2020 год), и ее дефицит (2021 год), существенно снижают урожайность маслосемян. Так, при внесении удобрений только в почву во влажный 2020 год средняя урожайность снизилась на 28,0 % по сравнению с 2018 и на 31,9 % – с 2019 годом, а в засушливый 2021 – на 16 % и 20,5 % соответственно. При внесении ЖКУ (блок 2) в некорневые подкормки по вегетации произошло снижение урожайности маслосемян в 2020 г. на 25,4 % по сравнению с 2018 г. и на 30,7 % – по сравнению с 2019 г., в 2021 г. – на 9,2 % и 15,6 % соответственно. При дробном внесении азота с микроудобрениями в некорневую подкормку во влажный 2020 год урожайность снизилась на 24,9 % по отношению к 2018 г., и на 28,8 % – к 2019 г., в 2021 – 12,7 % и 17,3 % соответственно.

Экспериментальным путем установлено, что при применении одних и тех же микроудобрений, но разными способами и на разных фонах наблюдается существенная разница по уровню формирования урожайности семян (блоки 1 и 3). Дробное внесение азота является одним из важнейших элементов интенсивной технологии выращивания зерновых культур, поскольку недостаток азота в начале вегетации резко снижает их урожай [6]. Та же тенденция нами отмечена и при возделывании льна масличного – при дробном внесении азота в некорневую подкормку урожайность была выше, однако эффективность этого приема зависит от ГТК вегетационного периода.

При внесении NS и N_{20} в некорневую подкормку в фазу «ёлочка» урожайность маслосемян увеличилась в среднем за 2018–2021 гг. на 1,2 ц/га, или на 7,1 %; NS, В, Zn – на 1,3 ц/га, или на 7,6 %; НК – на 0,6 ц/га, или на 3,6 %; НК, В, Zn – на 1,0 ц/га, или на 5,9 % (табл.).

Дисперсионный анализ экспериментальных данных показал, что при внесении удобрений в предпосевную обработку почвы влияние удобрений на урожайность за 2018–2021 годы составило 33,5 %, влияние условий вегетационного года – 61,4 %; при некорневой обработке посевов жидкими комплексными удобрениями – 43,2 и 51,9 %, т. е. зависимость от условий вегетационного периода снизилась на 9,5 %. Дробное внесение минерального азота оказало еще большее влияние на повышение

урожайности маслосемян, достоверно увеличив их влияние на урожайность семян по сравнению с вариантами внесения минеральных удобрений только в почву на 11,2 %, что является значимой величиной. Следовательно, дробное внесение минерального азота (40 кг/га в основное и 20 кг/га в подкормку) повышает эффективность внесения минерального азота на 3,2–7,9 % по сравнению с внесением полной дозы азота в предпосевную культивацию в зависимости от ГТК конкретного года.

Доля влияния минеральных удобрений и микроудобрений на урожайность маслосемян льна масличного, 2018–2021 гг.

Варианты (фактор А)	Влияние метеорологических условий (фактор Б)				
	2018 ГТК–1,36	2019 ГТК–1,54	2020 ГТК–1,7	2021 ГТК–1,14	Среднее 2018–2021
Удобрения для основного внесения в почву (блок 1)					
Контроль (без удобрений)	10,6	15,2	8,2	10,2	11,0
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ – фон 1	15,6	18,1	12,2	13,7	14,9
фон 1 + NS	17,4	18,5	12,5	14,7	15,8
фон 1 + NS, В, Zn	17,3	19,2	12,4	14,7	15,9
фон 1 + NK	18,6	18,1	13,0	15,1	16,2
фон 1 + NK, В, Zn	18,1	18,5	12,5	14,9	16,0
фон 1 + комплексное NPK с В, Zn, Fe для льна масличного	18,2	18,8	12,9	15,2	16,3
НСР ₀₅ блок 1	0,13	0,78	1,03	0,52	1,35
Удобрения для основного внесения в почву + некорневые подкормки по вегетации (блок 2)					
фон 1 + ЖКУ 1	17,5	19,2	12,6	14,9	16,1
фон 1 + ЖКУ 2	16,7	20,5	12,7	15,2	16,3
фон 1 + ЖКУ 2 + Экосил	19,5	21,7	15,2	18,4	18,4
фон 1 + ЖКУ 2 + Экогум	19,0	19,2	14,1	17,2	17,1
фон 1 + ЖКУ 2 + Эпин	18,9	21,1	14,9	18,0	18,0
фон 1 + РК	18,1	18,5	14,0	16,5	16,5
фон 1 + РК, В, Zn	19,7	19,2	13,2	17,1	17,0
НСР ₀₅ блок 2	0,73	0,72	0,68	0,43	1,38
Удобрения для основного внесения в почву + подкормки азотом в фазу «ёлочка» (блок 3)					
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ - фон 2	17,6	17,9	12,7	15,1	15,5
фон 2 + В, Zn (в форме сульфатов)	17,9	18,5	13,0	15,3	16,0
фон 2 + NS	19,1	18,6	14,1	16,0	16,6
фон 2 + NS, В, Zn	18,2	20,0	14,2	16,2	16,9
фон 2 + NK	18,2	19,0	14,0	15,9	16,5
фон 2 + NK, В, Zn	17,8	20,3	13,8	16,0	16,8
НСР ₀₅ блок 3	0,53	0,56	0,45	0,45	1,39
НСР ₀₅ схема опыта	0,53	0,43	0,51	0,31	0,78

Заключение

Величина формируемого урожая льна масличного зависит от способов внесения азотных удобрений в сочетании с микроэлементами, а также от сроков их внесения. Установлено, что дробное внесение азота (N₄₀ – в основную заправку и N₂₀ – по вегетирующим растениям в фазу «ёлочка») по сравнению с разовым внесением дозы N₆₀ в почву обеспечивает стабильность величины урожая маслосемян. Этот прием повышает урожайность семян льна масличного сорта Илим на 9,2–7,9 % по сравнению с однократным внесением азотных удобрений, при этом снижается зависимость величины урожайности от внешних условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдевич, И. М. Роль удобрений в интенсификации производства / И. М. Богдевич // Интенсификация с.-х. производства – основа возрождения села, энергетической и продовольственной безопасности: акад. Чтения, посвящ. 85-летию М. М. Севернева / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси». – Минск, 2006. – С. 28-42.
2. Степанова, Н. В. Возделывание льна масличного на волокно / Национальная академия наук Беларуси, Институт льна; Н. В. Степанова. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 134 с.
3. Воллейдт, Л. П. Поступление и использование азота N₁₅ на синтез белка в зерне озимой пшеницы / Л. П. Воллейдт, С. С. Кузнецова // С-х биология. – 1974. – № 4. – С. 505–509.
4. Гусаков, В. Г. Сущность, средства и факторы интенсификации сельского хозяйства / В. Г. Гусаков, А. П. Святогор // Изв. НАН Беларуси. – 2005. – 2012. – С. 2–15.
5. Отраслевой регламент. Комплексные удобрения с микроэлементами в технологии возделывания льна масличного. Типовые технологические процессы / Г. В. Пироговская [и др.]: утв. Минсельхозпрод РБ. – Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2012. – 12 с.
6. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Перикова, П. А. Саскевич [и др.] // Горки: БГСХА, 2015. – 46 с.
7. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев. Часть 8. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – Минск, 2013.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ: ХАЛЬКОПИРИТ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И КАТИОННЫХ ВАКАНСИЙ НА РАЗНЫХ ГЛУБИНАХ ЗАЛЕГАНИЯ**В. В. ОНУФРИЕНОК, О. Ю. ДРОЗДОВА***Красноярский государственный аграрный университет,
г. Красноярск, Россия, e-mail: vonufriynok@yandex.com**(Поступила в редакцию 30.06.2022)*

В работе исследовался один из минералов почвы – халькопирит. Методом электронного микрозондового анализа (принято английское сокращение – EPMA) определен химический состав минерала. На основе этого метода разработана методика теоретического расчета катионных и анионных вакансий в структуре халькопирита. Произведен анализ распределения вакансий на разной глубине залегания в почве минерала до глубины 567 м. По характеру поведения кривых построенного графика сделано заключение, что давление вышележащих слоев почвы изменяют тип поведения кривых. Кривая из положительной параболы в поверхностном слое почвы постепенно с увеличением давления слоев переходила в отрицательную параболу на глубине залегания минерала примерно 567 м. В работе предложен также метод расчета минорных элементов в структуре халькопирита и проанализирована зависимость их от глубины залегания. Линейная аппроксимация полученных данных и последующий анализ построенных кривых позволяет сделать заключение о формировании минорных элементов в минерале – образование минорных элементов происходит в результате ядерного синтеза. Этот факт доказывает увеличение с глубиной тангенса наклона построенных кривых, анализ минорных элементов в минерале и уровень радиоактивности почвы. Таким образом, на основе проведенных экспериментов можно заключить, что давление слоев почвы изменяет тип распределения катионных и анионных вакансий в минералах. Исследования минорных элементов позволило сделать заключение о природе их образования – ядерному синтезу. Все приведенные исследования вносят вклад в изучение минерального состава почвы на разных глубинах.

Ключевые слова: катионные вакансии, минорные элементы, кристаллическая структура, халькопирит, точечных дефектов.

In this work, one of the soil minerals, chalcopyrite, was studied. The chemical composition of the mineral was determined by the method of electron microprobe analysis (the English version of the abbreviation is adopted – EPMA). Based on this method, a method for the theoretical calculation of cationic and anionic vacancies in the chalcopyrite structure has been developed. An analysis of the distribution of vacancies at different depths of the mineral in the soil up to a depth of 567 m was made. By the nature of the behavior of curves of the constructed graph, it was concluded that the pressure of the overlying soil layers change the type of behavior of the curves. The curve from a positive parabola in the surface soil layer gradually with an increase in the pressure of the layers turned into a negative parabola at a mineral depth of approximately 567 m. The paper also proposes a method for calculating minor elements in the structure of chalcopyrite and analyzes their dependence on the depth of occurrence. Linear approximation of the obtained data and subsequent analysis of the constructed curves allows us to conclude that minor elements are formed in the mineral – the formation of minor elements occurs as a result of nuclear fusion. This fact is proven by an increase in the tangent of slope of the constructed curves with depth, the analysis of minor elements in the mineral and the level of soil radioactivity. Thus, based on the experiments performed, it can be concluded that the pressure of soil layers changes the type of distribution of cationic and anionic vacancies in minerals. Studies of minor elements made it possible to draw a conclusion about the nature of their formation – nuclear fusion. All the above studies contribute to the study of mineral composition of the soil at different depths.

Key words: cationic vacancies, minor elements, crystal structure, chalcopyrite, point defect.

Введение

Одной из самых важных характеристик почвы является ее плодородность. Эта характеристика включает в себя много факторов и зависит от многих параметров, но ради них человек готов пойти на любые жертвы. Например, самые плодородные почвы расположены вблизи вулканов и люди, несмотря на смертельную опасность, живут здесь же рядом. Примером может служить вулкан Везувий в Италии, а картина его извержения запечатлена в картине Брюллова «Последний день Помпеи», которая широко известна. Хотя это событие произошло в 79 году нашей эры, этот район Италии имеет высокую плотность населения до настоящего времени. Причина этого факта – высокая урожайность почвы вблизи вулкана.

Под понятием почвы обычно понимают тонкий слой органики, расположенный вблизи поверхности Земной коры. Будем обозначать ее как почва первого типа. В понятие почвы также следует включить и все то, из чего происходит формирование почвы типа один – например, извергнутую лаву вулкана, из которой формируется плодородный слой. Другой пример, безжизненная песчаная пустыня, в которой буквально все зацветает, если прольется дождь. Обобщим этот факт введением понятия почвы второго типа – это слой неорганических веществ, которые способствуют появлению органических составляющих.

Слой лавы расположен глубоко под землей (на этом слое плавают тектонические плиты) – это глубина в среднем около 30 километров. Таким образом, в формировании тонкого слоя органики (почвы первого типа) принимает участие все то, что расположено до глубины ~30 километров. Именно все это многообразие и формирует плодородный слой, а значит, входит в понятие почвы второго типа.

Богатое разнообразие минералов, входящих в структуру почвы, определяют ее минеральный состав и, следовательно, физико-химические свойства. Структура почвы зависит от физико-химических свойств и от особенностей минералов, которые в ней присутствуют. Исследовать различные конкретные минералы, входящие в состав почвы, важно, для понимания всех ее особенностей. Так, например, на минеральной почве можно выращивать многие виды растений, полезные для сельского хозяйства. Такая почва целиком состоит из перетертых различных минералов в определенном соотношении этих минералов и их пропорции.

Эти природные неорганические образования, минералы, имеют целый ряд структурных особенностей, влияющие на их физико-химические свойства, а значит и на физико-химические свойства почвы, в которой они присутствуют. К ним относятся точечные дефекты кристаллической структуры. Точечные дефекты, которые можно разделить на минорные элементы, а также на катионные и анионные вакансии, являются одним из этих структурных особенностей [1–3]. Посторонний атом, т.е. минорный элемент, это отличный от других атомов, которые составляют базисную кристаллическую структуру. Таким образом, дефекты структуры, а также тип минерала определяют физико-химические свойства почвы.

Цель работы: исследовать минорные элементы и катионные вакансии в кристаллической структуре халькопирита, а также изменения в распределении точечных дефектов в структуре в зависимости от глубины залегания этого минерала в почве.

Образцы для исследования. Минералы брались из месторождения «Панимба», находящемся примерно в 190 км к северо-востоку от Красноярска. Для исследований выбирался минерал халькопирит с различной глубины залегания в почве. Зерна минерала извлекались из почвы путем измельчения ее в ступке до фракции +0,5 мм и дальнейшего обогащения водно-гравитационным методом. Мономинеральность гравитационного концентрата контролировалась с помощью бинокулярной лупы и после визуальной очистки составляла не менее 97 %.

Химический состав минерала определяли методом EPMA на растровом электронном микроскопе VEGA II LMU с интегрированной системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализатора OXFORD INCA ENERGY 350. Этот метод достаточно подробно описан в литературе [4, 5]. Для подготовки образца к съемке исходный мелкокристаллический серый минерал истирали в ступке из нержавеющей стали до мелкого порошка и наносили одним слоем на «неотражающую» ячейку (монокристалл кремния, срезанный по плоскостям [9, 10]), слегка смазанный вазелином.

Результаты расчета точечных дефектов в структуре пирротинов определялся по формулам, предложенным в работе [6, 7], где определено их процентное содержание на один узел элементарной ячейки.

Основная часть

Вначале несколько замечаний о структуре халькопирита. Структура халькопирита CuFeS_2 является сверхструктурой к структуре сфалерита (ZnS), в которой два катиона упорядоченно распределены в катионной подрешетке. Это упорядочение приводит к небольшому смещению анионов из позиций, отвечающих плотной упаковке. Элементарная ячейка халькопирита обладает тетрагональной сингонией и, как уже отмечалось, соответствует сверхструктуре к структуре сфалерита, поскольку образована двумя ячейками типа сфалерита, поставленных друг на друга вдоль оси «с».

Кристаллическая структура халькопирита аналогична структуре сфалерита, но в позициях цинка упорядоченно располагаются атомы меди и железа [8, 9]. Как следует из результатов анализа образцов, халькопирит практически всегда является нестехиометрическим. Отклонения состава природного халькопирита от стехиометрического лучше представлять химической формулой: $(\text{Fe}^{+3})_a(\text{Cu}^{+1})_x(\text{S}_2^{-4})_b$, поскольку в образцах варьируется соотношение $S/(\text{Fe}+\text{Cu})$ даже в пределах одного участка почвы, где собираются образцы. Экспериментально полученные и рассчитанные значения представлены в табл. 1 и в табл.2.

Таблица 1. Данные химического анализа и результаты расчета вакансий в халькопирите

Cu	Fe	S	χ	α	β	n	S/(Fe+Cu)
Глубина залегания от поверхности – 65 м							
35,02	30,17	34,95	1,011378	0,991464	1,000165	-0,00284	0,998746
34,75	30,59	34,84	1,003581	1,005266	0,997017	-0,00885	0,992626
34,78	30,10	35,16	1,004447	0,989163	1,006175	0,006390	1,009399
35,07	30,46	35,13	1,012822	1,000994	1,005316	-0,01382	0,998419
34,96	30,51	35,37	1,009646	1,002637	1,012184	-0,01228	1,006006
35,03	30,16	35,41	1,011667	0,991135	1,013329	-0,00280	1,011911
Глубина залегания от поверхности – 205 м							
34,70	30,26	35,14	1,002137	0,997421	1,005602	0,003442	1,007336
34,66	30,55	35,44	1,000982	1,003951	1,014187	-0,00493	1,011692
34,71	30,47	35,28	1,002426	1,001322	1,009609	-0,00375	1,007720
34,85	30,47	35,23	1,006469	1,001322	1,008178	-0,00779	1,004266
34,84	30,57	35,41	1,00618	1,004609	1,013329	-0,01079	1,007892
34,97	30,52	35,1	1,009934	1,002966	1,004458	-0,01290	0,998020
Глубина залегания от поверхности 272 м							
34,95	29,73	34,37	1,009357	0,977004	0,983567	0,013639	0,990321
34,75	30,30	34,68	1,003581	0,995736	0,992439	0,000683	0,992778
34,62	30,39	34,48	0,999826	0,998693	0,986715	0,001480	0,987446
34,92	30,01	34,40	1,00849	0,986206	0,984426	0,005304	0,987043
34,35	29,98	34,24	0,992029	0,98522	0,979847	0,022751	0,991122
34,86	29,79	34,46	1,006758	0,978976	0,986143	0,014267	0,993228
Глубина залегания от поверхности 560 м							
35,09	30,00	34,69	1,013400	0,985877	0,992725	0,000723	0,993084
34,92	30,15	35,00	1,008490	0,990806	1,001596	0,000703	1,001948
34,95	30,26	34,60	1,009357	0,994421	0,990149	-0,00378	0,988282
34,94	30,31	34,58	1,009068	0,996064	0,989577	-0,00513	0,987044
34,94	30,23	34,52	1,009068	0,993435	0,987860	-0,00250	0,986625
34,60	30,39	34,77	0,999249	0,998693	0,995014	0,002058	0,996039

Для анализа плотности вакансий немаловажную роль играет отношение $S/(Fe+Cu)$, определяемое методом EPMA [5]. Отношение $S/(Fe+Cu)$ в предложенном варианте можно определять отношением $2\beta/(\alpha+\chi)$, учитывая то, что β соответствует двум атомам серы.

На рис. 1 и на рис.2 графически представлены результаты расчетов плотности вакантных позиций и минорных элементов в структуре халькопирита различного состава.

На рис.1. кривая 1 соответствует плотности катионных вакансий в верхних слоях почвы (глубина до 50 м), а кривая 2 – в слоях почвы на глубине 567м. В верхних слоях, как видно из рис.1, имеется большой разброс, в то время как с глубиной вакансии более упорядочены под воздействием внешнего давления. Кроме этого, кривая 1 несколько смещается по оси «у». Необходимо также учитывать взаимодействие вакансий при анализе влияния давления [10]. Плотность вакантных позиций (n) в данном случае определяется из соотношений:

$$(1 - \alpha) + (1 - \chi) - 2(1 - \beta) = 2n,$$

где α и χ – плотность катионных вакансий, а β – плотность анионных вакансий (поэтому другой знак).

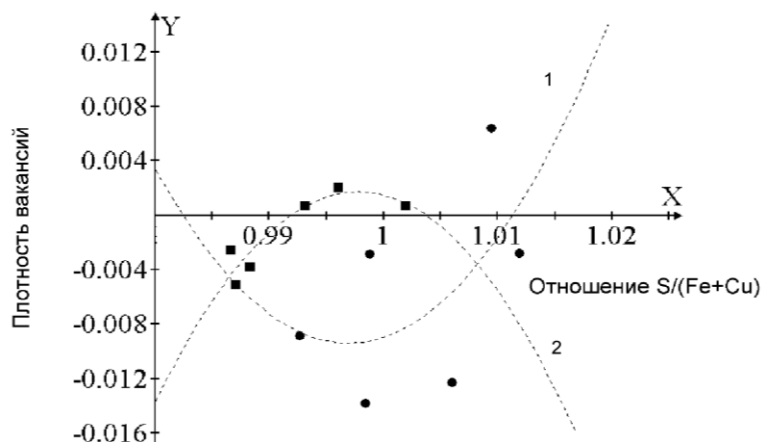


Рис. 1. Зависимость плотности вакансий от состава халькопирита. Кривая 1(кружочки) – данные для образцов поверхностного слоя почвы (глубина 65 м), Кривая 2 (квадратики) – для глубины залегания 567 м

Таблица 2. Данные химического анализа (получены методом EPMA) и результаты расчеты минорных элементов в структуре халькопирита

Co	Ni	Zn	ρ_{Co}	ρ_{Ni}	ρ_{Zn}	ρ_S	S/(Fe+Cu)
Глубина залегания от поверхности 65							
0,03	0	0,03	0,000934	0	0,0008420	0,001776	0,998746
0,01	0,019	0,001	0,000311	0,000594	0,0000280	0,000934	0,992626
0,04	0	0,025	0,001246	0	0,0007017	0,001947	1,009399
0,04	0,015	0,007	0,001246	0,000469	0,0001964	0,001911	0,998419
0,03	0	0,016	0,000934	0	0,0004491	0,001383	1,006006
0,04	0	0,028	0,001246	0	0,0007859	0,002032	1,011911
Глубина залегания от поверхности 205							
0,03	0	0,033	0,000934	0	0,0009263	0,001861	1,007336
0,04	0,017	0,023	0,001246	0,0005320	0,0006456	0,002423	1,011692
0,04	0	0,052	0,001246	0	0,0014596	0,002705	1,007720
0,05	0,001	0,035	0,001557	0,0000313	0,0009824	0,002571	1,004266
0	0,004	0,039	0	0,0001250	0,0010947	0,001220	1,007892
0,04	0,013	0,028	0,001246	0,0004060	0,0007859	0,002438	0,998020
Глубина залегания от поверхности 272							
0,03	0,014	0	0,000934	0,000438	0	0,001372	0,990321
0	0	0,024	0	0	0,0006736	0,000674	0,992778
0,02	0,006	0,014	0,000623	0,000188	0,0003929	0,001203	0,987446
0,03	0	0,019	0,000934	0	0,0005333	0,001468	0,987043
0,02	0,01	0,031	0,000623	0,000313	0,0008701	0,001806	0,991122
0,05	0	0,022	0,001557	0	0,0006175	0,002175	0,993228
Глубина залегания от поверхности 560							
0,03	0,002	0,05	0,000779	0,00000625	0,0014032	0,002245	0,993084
0,02	0,018	0,1	0,000747	0,00056282	0,0028076	0,004117	1,001948
0,03	0	0,011	0,000779	0	0,0003094	0,001087	0,988282
0,01	0,01	0,03	0,000374	0,00031268	0,0008422	0,001528	0,987044
0,03	0	0,015	0,000965	0	0,0004217	0,001386	0,986625
0,02	0	0,016	0,000592	0	0,0004492	0,001041	0,996039

В табл. 2 представлены результаты вычислений плотности минорных атомов как отдельно по каждому элементу, так и суммарные значения. Плотность минорного элемента рассчитывалась следующим образом. Рассчитывалась масса молекулы халькопирита, затем из таблицы Менделеева выбиралась масса данного минорного элемента, это значение умножали на сто и затем делили на массу молекулы. В результате получалось, сколько в процентное соотношение приходится на один атом минорного элемента. На полученное значение и делили все данные, полученные методом EPMA, таким способом и получалась доля минорного элемента в молекуле халькопирита, или плотность минорных элементов. С учетом наличия минорных элементов в структуре халькопирита предложенную выше формулу следует уточнить: $(Fe)_\alpha (Z)_\epsilon (Cu)_\kappa (S_2)_\beta$, где Z может символизировать минорный элемент, например, Co, Ni, Au или Zn. Учитывая то, что β соответствует двум атомам серы, отношение $S/(Fe+Cu)$, в данном случае, будет определяться отношением $2\beta/(\alpha+\kappa)$.

Если α , κ и β равны единице (стехиометрический состав $CuFeS_2$), то, как показывает расчет, железа в образце должно составлять 30,43 мас. %, меди – 34,63 мас. %, а серы – 34,94 мас. %. Только в этом случае в структуре халькопирита нет катионных или анионных вакансий. Отличие результатов микрозондового анализа образца от этих расчетных значений железа, меди и серы указывает на наличие катионных или анионных вакантных позиций в структуре халькопирита.

В табл. 2 представлены значения Q_{Ni} , Q_{Co} , Q_{Zn} , вычисленные на основе определения методом микрозондового анализа (EPMA) весового процентного содержания минорных элементов в халькопирите.

Интерес представляет сопоставление плотности минорных атомов (рис. 2) с соотношением $S/(Fe+Cu)$ в образцах. На рис. 2 представлена плотность минорных элементов (Y) в структуре халькопирита с различным соотношением $S/(Fe+Cu) = X$ показано в виде графиков, который достаточно хорошо описывается функцией: кривая 1 (глубина 567м) – $Y = (14.48x - 14.18) \cdot 10^{-2}$, при стандартном отклонении $\sigma = 7.73 \cdot 10^{-4}$ (второй момент для данного распределения равен $R^2=0.56$); кривая 2 (глубина 65м) – $Y = (6.59x - 6.32) \cdot 10^{-2}$, при стандартном отклонении $\sigma=11.86 \cdot 10^{-4}$ (второй момент равен для данного распределения $R^2=1.6 \cdot 10^{-2}$).

Анализ представленной графически на рис. 2 функциональной зависимости позволяет сделать заключение о том, что суммарная плотность минорных элементов зависит от соотношения $S/(Fe+Cu)$ в образцах. Это возможно только в том случае, если минорные элементы образуются в результате ядерного синтеза атомов кристаллической матрицы. Однако отметим, что эти атомы образуют две взаимопроникающие г.ц.к. подрешетки, каждая из которых занята атомами своего компонента в структуре халькопирита. Таким образом, в ядерном синтезе происходит превращение ионов как подрешетки из ионов железа, так и ионов из подрешетки меди.

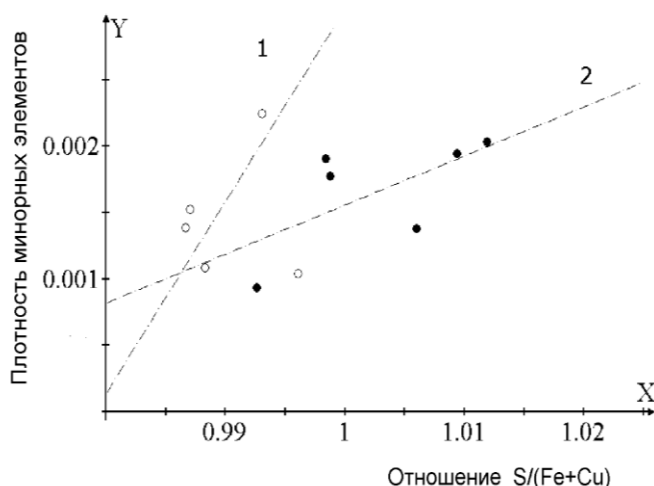
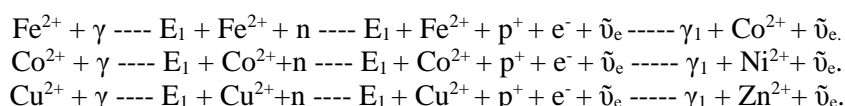


Рис. 2. Зависимость плотности минорных элементов от состава халькопирита. Кривая 1 – для глубины 567 м (черные ромбы), кривая 2 – для глубины 85 м (пустые кружки)

Схематично это можно выразить в следующем виде: кроме железа, никеля и цинка, в реакции принимают участие электроны – e^- , нейтроны – n , электронное антинейтрино – $\bar{\nu}_e$ и протоны – p^+ . Энергия возбужденного состояния обозначена символом E . По аналогичной схеме формируются и другие минорные элементы. Подобные реакции уже описаны в работе [11]. Итак, в подрешетке из ионов железа образуются одни минорные элементы – кобальт, а в подрешетке из ионов меди – другие (Zn). Разумеется, могут присутствовать и другие элементы, как результат вторичных реакций, но в значительно меньшем их количестве по сравнению с отмеченными.

Заключение

В результате проделанной работы установлено, что глубина залегания в почве различным образом отражается на вакансиях и минорных атомах в минерале. Сделан расчет плотности точечных дефектов в кристаллической структуре природных пирротитов различного химического состава и сопоставлен с глубиной залегания минерала в почве. Плотность точечных дефектов рассчитывалась по минорным элементам (Co, Zn) и по катионным вакансиям в кристаллической структуре пирротитина.



Установлено, что увеличение слоя почвы приводит к изменениям функциональной зависимости и смещению кривых зависимостей плотности минорных элементов и плотности катионных вакансий от состава. Также можно заключить, что обогащение почвы халькопиритом не только снимает дефицит по железу, меди и сере, но также и по никелю, цинку и кобальту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vaughan DJ, Craig JR Mineral chemistry of metal sulfides. Cambridge University Press, Cambridge, 1978. p. 493.
2. Makovicky E. Crystal structures of sulfides and other chalcogenides. // Sulfide Mineralogy and Geochemistry. 2006. V. 61. – P. 7–125.
3. Fleet M. E. The pyrrhotite – marcasite transformation // Canadian Mineralogist. – 1978. – V. 16. – P. 31–35
4. Hem S. R., Makovicky E., Gervilla F. Compositional trends in Fe, Co, and Ni sulfarsenides and their crystal-chemical implications: results from the Arroyo de la Cueva deposits, Ronda peridotite, southern Spain // The Canadian Mineralogist. – 2001. – V. 39. – P. 831–853.
5. Larocque A. C. L., Hodgson C. J., Cabri L. J., Jackman J. A. Ion-microprobe analysis of pyrite, chalcopyrite and pyrrhotite from the Moberg VMS deposit in northwestern Quebec: evidence for metamorphic remobilization of gold // The Canadian Mineralogist. 1995. – V. 33. – P. 373–388.
6. Онуфриенко, В. В. Арсенипирит золотосодержащих руд: состав, позиции приемных атомов, распределение золота / В. В. Онуфриенко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 3. – С. 43–48.
7. Сазонов, А. М. Пирротин золотосодержащих руд: состав, точечные дефекты, магнитные свойства, распределение золота / А. М. Сазонов, В. В. Онуфриенко, Ю. В. Колмаков, Н. А. Некрасова // Журнал сибирского федерального университета. Серия: техника и технологии. – 2014. – Т. 7. – № 6. – С. 717–737.
8. Rickard D., Luther G. Chemistry of Iron Sulfides // Chem. Rev. – 2007. – V.107. – P. 514–565.
9. Pearson WB. The crystal chemistry and physics of metal and alloys. Wiley, New York, 1972. p. 826.
10. Ward J.C. Interaction between cation vacancies in pyrrhotite // Solid State Communication. 1971, V.9, P. 357–361.
11. Онуфриенко, В. В. Формирование минорных элементов в минералах / В. В. Онуфриенко // Интерактивная наука. – 2021. – Т. 60. – № 5. – С. 20–22.

ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ СТЕБЛЯ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО РАПСА (*Brassica napus* L.) НА СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

А. Н. ПАВЛОВСКАЯ, Я. Э. ПИЛЮК

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222161

А. И. МЫХЛЫК

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

(Поступила в редакцию 30.06.2022)

*В статье представлены результаты исследований по комплексу селекционно-ценных признаков для создания сортов и гибридов озимого и ярового рапса с повышенной устойчивостью к полеганию. Установлено, что реализация этих признаков зависит от сортовых особенностей макроструктуры растений и микроструктуры стеблей озимой и яровой форм рапса. Положительная корреляционная связь (r) в сильной степени выявлена у ярового рапса между высотой растения и высотой ветвления ($r=0,88$) и показателем количества стручков на центральной кисти ($r=0,78$). Корреляционный анализ подтвердил положительную связь средней степени между продуктивностью и длиной центральной кисти (озимый – $r=0,57$, яровой – $r=0,54$), а также количеством стручков на ней (яровой – $r=0,56$) и сильной степени ($r=0,77$) для озимого рапса. Выявлено, что более продуктивные сорта и образцы этой культуры имеют более толстый стебель с большим числом проводящих пучков. Показана положительная корреляционная связь средней силы между продуктивностью растений и удалением проводящих пучков от поверхности стебля у генотипов озимого рапса ($r=0,36$) и отрицательная связь у образцов ярового рапса ($r=-0,29$). Выявлена связь сильной степени между продуктивностью семян с растения и диаметром стебля ярового рапса ($r=0,76$). Число проводящих пучков увеличивалось с утолщением склеренхимной ткани ($r=0,13$ – озимый; $r=0,78$ – яровой), а при увеличении тангентального диаметра проводящего пучка возрастала площадь сосудов метаксилемы ($r=0,59$ – озимый; $r=0,77$ – яровой). Отмечено, что увеличение диаметра проводящих пучков и их сосудов целесообразно лишь в условиях достаточного увлажнения почвы. Выявленные особенности строения растений могут быть использованы в селекции озимого и ярового рапса и других культур рода *Brassica*.*

Ключевые слова: анатомическое строение стебля, озимый и яровой рапс, устойчивость к полеганию, продуктивность, макро- и микроструктура стебля, число проводящих пучков, склеренхимная ткань, анализ корреляционных связей.

*The article presents results of research on a complex of breeding-valuable traits for creating varieties and hybrids of winter and spring rapeseed with increased resistance to lodging. It has been established that the implementation of these traits depends on the varietal characteristics of the macrostructure of plants and the microstructure of the stems of winter and spring forms of rapeseed. A positive correlation (r) was found to a large extent in spring rapeseed between plant height and branching height ($r=0.88$) and the indicator of the number of pods on the central cluster ($r=0.78$). Correlation analysis confirmed a moderate degree of positive relationship between productivity and the length of the central cluster (winter – $r=0.57$, spring – $r=0.54$), as well as the number of pods on it (spring – $r=0.56$) and a strong degree ($r=0.77$) for winter rapeseed. It was revealed that more productive varieties and samples of this crop have a thicker stem with a large number of vascular bundles. A positive correlation of medium strength was shown between plant productivity and the distance of vascular bundles from the stem surface in winter rapeseed genotypes ($r=0.36$) and a negative correlation in spring rapeseed samples ($r=-0.29$). A strong relationship was found between the productivity of seeds from a plant and the stem diameter of spring rapeseed ($r=0.76$). The number of vascular bundles increased with thickening of the sclerenchyma tissue ($r=0.13$ – winter; $r=0.78$ – spring), and with an increase in the tangential diameter of the vascular bundle, the area of metaxylem vessels increased ($r=0.59$ – winter; $r=0,77$ – spring). It is noted that an increase in the diameter of vascular bundles and their vessels is expedient only under conditions of sufficient soil moisture. The revealed features of the plant structure can be used in the selection of winter and spring rapeseed and other crops of the genus *Brassica*.*

Key words: anatomical structure of the stem, winter and spring rapeseed, resistance to lodging, productivity, macro- and microstructure of the stem, number of vascular bundles, sclerenchymal tissue, analysis of correlations.

Введение

Изучение развития и взаимосвязи анатомической структуры с макроструктурой и продуктивностью растений является перспективным направлением в селекции сельскохозяйственных культур, в том числе и рапса. Применение современных, научно обоснованных методов работы и использование генетически разнообразного исходного материала позволит усовершенствовать селекционный отбор по интересующим селекционно-ценным признакам.

Целью наших исследований являлось выявить особенности развития анатомических признаков стебля и оценить их влияние на продуктивность растений озимого и ярового рапса, разработать способ для ускорения селекционного процесса по признаку устойчивость к полеганию.

Рапс является многогранной, наукоемкой культурой настоящего и будущего. Из малоизученной кормовой культуры за почти столетия он стал основной масличной-белковой культурой многих

государств мира и Беларуси [1]. Урожайность рапса, как и других сельскохозяйственных культур, зависит от потенциальной продуктивности растений и условий их произрастания. Индивидуальная продуктивность генетически детерминирована и зависит от строения растений, темпов их развития и интенсивности физиологических процессов [2]. В селекции большое внимание уделяется строению растений при подборе родительских форм и оценке селекционного материала [3].

Малоиспользуемым из-за значительной трудоемкости в селекции растений является анатомический метод, позволяющий более полно изучить и оценить исходный материал (В. В. Пыльнев, 1997; С. В. Лазаревич, 1999; М. А. Ильинская-Центилович, К. Г. Тетерятченко, 1962). Анатомическое строение является следствием роста и развития на клеточном уровне, которые также зависят от экологических факторов [4]. За счет снижения высоты растений и увеличения прочности стебля была улучшена устойчивость их к полеганию. Прочность стебля, масса 1000 семян и продуктивность существенно уменьшается при полегании растения. В большей мере изменчивость обусловлена степенью полегания, чем генотипом [5]. На связь устойчивости стебля к полеганию с анатомо-морфологическими признаками обращали внимание многие ученые [6, 7, 8, 9].

Таким образом, можно предположить, что высота растений и особенности анатомического строения стебля являются определяющими признаками отбора генотипов рапса для создания устойчивых к полеганию сортов и гибридов.

Устойчивость растений к полеганию определяется развитием механических и проводящих тканей, конструкцией и топографией проводящих пучков, перераспределением потоков пластических веществ и смещение центра тяжести растений в период развития соцветий и семян [10]. Совершенствование методологии микроскопических исследований и микроскопической техники дает возможность проводить учет признаков анатомического строения вегетативных органов и устанавливать взаимосвязь с макроструктурой и продуктивностью растений. Исследования методом анатомического анализа стеблей у рапса не проводились, работа в этом направлении будет способствовать созданию высокопродуктивных, устойчивых к полеганию сортов и гибридов.

Основная часть

Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2020–2021 гг. Объектом исследований служили признаки отечественных и зарубежных сортов, перспективных образцов озимого и ярового рапса. В качестве контроля использовали районированные по Республике Беларусь сорта рапса: для озимого – Лидер, для ярового – Топаз. Почва опытного участка дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на легком суглинке, подстилаемом мореной со следующей характеристикой пахотного слоя: гумус (по Тюрину) – 2,03–2,34 %; рН (в KCL) – 6,02–6,20 %; P₂O₅ – 205–245 мг/кг; K₂O – 218–252 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Морфологический анализ растений проводился по «Методике оценки урожайности сортов озимого двунулевого рапса», путем отбора пробных снопов перед началом уборки культуры [11]. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты и оценку селекционных признаков сортов и образцов проводили индивидуально по каждой комбинации согласно методике Государственного испытания [12] и методике полевого опыта Б. А. Доспехова [13].

Отбор и фиксацию растительного материала проводили в фазу цветения по общепринятым методикам цитологических исследований [14]. Препараты изготавливали из средних частей второго междоузлия, что позволило унифицировать исследования и получить сопоставимые результаты. Поперечные срезы (толщиной 50–80 мкм), выполнялись вручную лезвием безопасной бритвы, окрашивали флороглюцином, который обеспечивает красно-бурую окраску лигнифицированных гистологических структур стебля, помещали их на предметное стекло, и накрывали покровным стеклом с добавлением глицерина. Изучение препаратов проводили в 3-кратном повторении, с использованием оптического микроскопа Nikon Eclipse 50i, видеокамеры Nikon DS-Fi1, преобразователя сигналов Nikon digital sight и компьютера. Статистическая обработка данных проводилась по общепринятым методикам [13] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Использованные в исследованиях сорта и образцы рапса были представлены озимыми и яровыми формами, близкими по морфотипу. Изменчивость их макроструктурных признаков в значительной мере определялась генетическими различиями изученных сортов и образцов. Определение влияния строения растений на хозяйственно-ценные признаки рапса методологически были разделены на три этапа: а) изучение особенностей макроструктуры стебля; б) изучение особенностей микроструктуры стебля; в) оценка влияния элементов макро- и микроструктуры стебля на продуктивность и устойчивость к полеганию сортов и образцов.

Высота растений в среднем по озимому рапсу составила 143,9 см, по яровому – 119,1 см. По сортам и образцам она изменялась от 118,7 до 155,6 см (озимый рапс), у ярового – от 100,9 до 130,9 см. (табл. 1). Положительная корреляционная связь (r) сильной степени выявлена у ярового рапса между высотой растения и высотой ветвления ($r=0,88$) и показателем количество стручков на центральной кисти ($r=0,78$). Корреляционный анализ подтвердил положительную связь средней степени между продуктивностью и длиной центральной кисти (озимый – $r=0,57$, яровой – $r=0,54$), а также количеством стручков на ней (яровой – $r=0,56$) и сильной степени ($r=0,77$) для озимого рапса. Это можно объяснить тем, что на более длинной центральной кисти образуется больше стручков и соответственно семян в них.

Устойчивость к полеганию является одним из наиболее значимых селекционно-ценных признаков рапса, которая определяется, во многом, комплексом гистологических и биохимических свойств растений и условиями их произрастания [15]. Устойчивые к полеганию сорта, имеют большую толщину механической ткани стебля, более крупный диаметр сосудистых пучков и их большей численностью, чем менее устойчивые или склонные к полеганию генотипы.

Таблица 1. Макроструктура и продуктивность растений озимого и ярового рапса, в среднем за 2020–2021 гг.

Сорт, образец	Высота, см		Длина центральной кисти, см	Количество стручков, шт.		Продуктивность, г
	растения	ветвления		на центральной кисти	на растении	
Озимый рапс						
Лидер (к.)	155,6	42,4	43,9	54,1	284,2	20,98
Адонис	118,7	28,5	40,5	59,7	191,1	16,70
Оникс	147,7	51,2	43,0	49,9	262,6	23,18
№12А-1	143,4	38,1	41,4	56,3	288,4	23,52
Лорис	133,9	52,3	38,0	45,3	230,6	17,93
№312А-1	148,6	19,7	48,6	50,0	247,4	18,74
№1516/20	147,3	16,7	46,1	60,8	442,1	26,64
№316/20	152,7	25,0	50,0	59,8	535,6	37,50
№1216/20-2	141,0	39,8	46,8	70,0	466,2	44,40
№1312/20	150,3	38,8	35,4	52,0	305,2	21,00
Среднее	143,9	35,3	43,4	55,8	325,3	25,06
Яровой рапс						
Топаз, (к.)	129,1	40,6	32,7	27,5	96,7	8,52
№20А-2	112,5	21,2	35,1	19,2	192,5	11,52
№15А-2	102,2	12,3	28,8	12,8	106,9	8,09
Верас	130,7	40,3	44,6	32,5	114,3	11,87
№14А-2	115,7	21,3	42,5	24,9	160,4	10,29
№67/20	121,3	21,0	47,3	35,0	230,8	14,01
№68/20	100,9	5,0	39,8	22,2	218,5	12,21
№86/20	128,6	25,6	57,1	42,1	213,7	12,08
№91/20	130,9	27,1	56,4	30,9	137,9	10,38
Среднее	119,1	23,8	42,7	27,5	163,5	11,00

Из микроструктурных признаков существенное влияние на прочность стебля оказывает развитие проводящей системы и периферического кольца склеренхимы. Большим числом проводящих пучков характеризовались толстостебельные образцы ярового рапса, например, №15А-2 (100,7 шт.), №68/20 (89,0 шт.) и сорт-контроль Топаз (81,0 шт.) и озимого – сорт Оникс и №1312/20. Наибольшее развитие склеренхимы наблюдалось у образцов озимого рапса – №1312/20 (606,2 мкм), №316/20 (597,6 мкм), ярового – сорт-контроль Топаз (625,6 мкм), образец №15А-2 (624,9 мкм). Выявлено, что озимые сорта и образцы имели меньшее количество рядов хлоренхимы – 6,7 шт. против 8,3 шт. у яровых образцов (табл. 2).

Микроскопический анализ конструктивных элементов, обеспечивающих прочность стебля, позволил выявить существенные различия между изучаемыми образцами яровых и озимых форм. Так, растения озимого рапса (образец №1516/20), которые отличались большим диаметром стебля (19,2 мм) имели минимальную толщину склеренхимного кольца (450,9 мкм). Образцы №1312/20 (озимый рапс) и №15А-2 (яровой рапс) наоборот имели малый диаметр стебля (14,0 и 6,1 мм соответственно) и толщина их склеренхимы составила 606,2 и 624,9 мкм. Установлена положительная корреляционная связь средней силы между продуктивностью растений и толщиной склеренхимного кольца у генотипов озимого рапса ($r=0,38$) и слабая отрицательная связь у образцов ярового рапса ($r=-0,17$) (табл. 3).

Таблица 2. Элементы прочности и устойчивости к полеганию стеблей озимого и ярового рапса (среднее за 2020–2021 гг.)

Сорта и образцы	Диаметр стебля, мм	Число проводящих пучков, шт.	Площадь проводящих пучков, мм ²	Толщина склеренхимного кольца, мкм	Тангентальный диаметр проводящих пучков, мкм	Удаление проводящих пучков от поверхности стебля, мкм	Кол-во рядов хлоренхимы, шт.	Уст-ть к полеганию, балл
Озимый рапс								
Лидер, (к.)	11,2	78,3	257,8	496,7	815,4	399,2	7,1	4,6
Адонис	13,1	79,3	269,5	503,5	839,6	404,1	7,4	4,9
Оникс	13,4	88,3	256,7	481,0	777,6	395,0	7,8	4,8
№12А-1	12,1	77,7	393,5	531,3	830,2	434,1	7,3	4,7
№312А-1	20,3	78,7	296,9	529,1	870,0	412,5	6,4	4,7
Лорис	11,4	74,0	342,5	460,7	950,4	368,1	6,9	4,3
№1516/20	19,2	77,3	245,0	450,9	707,6	356,2	6,6	4,8
№316/20	22,7	74,3	324,8	597,6	847,5	486,2	5,3	4,4
№1216/20-2	13,2	73,7	259,4	546,2	460,4	445,5	6,4	4,7
№1312/20	14,0	88,0	313,4	606,2	891,5	513,1	5,8	4,4
Среднее	15,1	79,0	296,0	520,3	799,0	421,4	6,7	4,6
Яровой рапс								
Топаз, (к.)	7,8	81,0	328,0	625,6	1018,8	525,8	11,6	4,6
№20А-2	7,9	37,0	378,3	407,0	929,8	332,4	6,8	4,4
№15А-2	6,1	100,7	260,6	624,9	855,8	513,1	8,4	4,3
Верас	7,5	52,0	243,8	574,8	850,9	473,5	9,0	4,5
№14А-2	8,9	54,0	320,9	406,9	1030,8	338,5	7,9	4,5
№67/20	10,6	79,7	185,2	581,2	804,5	455,5	8,4	4,2
№68/20	10,3	89,0	200,6	577,7	806,0	469,7	8,3	4,8
№86/20	9,7	66,7	282,2	579,3	918,5	454,5	7,3	4,5
№91/20	9,1	68,7	220,4	566,9	712,9	465,0	6,8	4,0
Среднее	8,7	69,9	268,9	549,4	880,9	447,6	8,3	4,4

Для оценки влияния основных признаков структуры стебля рапса на продуктивность растений и устойчивость их к полеганию следует использовать анализ корреляционных связей между ними. Между толщиной склеренхимного кольца и числом проводящих пучков выявлена тесная корреляционная связь у ярового рапса ($r=0,78$) и слабая у озимого ($r=0,13$).

Таблица 3. Линейная корреляционная связь продуктивности с признаками строения растений рапса

Коррелирующие признаки	r	
	Озимый рапс	Яровой рапс
Связь продуктивности с элементами макроструктуры растения:		
Продуктивность – высота растений	0,26	0,12
Продуктивность – высота ветвления	-0,11	-0,14
Продуктивность – длина центральной кисти	0,57	0,54
Продуктивность – количество стручков на центральной кисти	0,77	0,56
Продуктивность – количество стручков на растении	0,89	0,82
Продуктивность – диаметр стебля	0,29	0,76
Продуктивность – устойчивость к полеганию	-0,08	0,01
Связь продуктивности с элементами микроструктуры средней части второго междоузлия:		
Продуктивность – площадь проводящего пучка	-0,13	-0,43
Продуктивность – удаление проводящего пучка от поверхности стебля	0,36	-0,29
Продуктивность – число проводящих пучков	-0,43	-0,29
Продуктивность – тангентальный диаметр проводящего пучка	-0,76	-0,35
Продуктивность – площадь сосудов метаксилемы проводящего пучка	-0,14	0,31
Продуктивность – количество рядов хлоренхимы	-0,47	-0,37
Продуктивность – толщина склеренхимного кольца	0,38	-0,17
Взаимосвязь других элементов микроструктуры средней части второго междоузлия:		
Диаметр стебля – число проводящих пучков	-0,18	0,00
Диаметр стебля – толщина склеренхимного кольца	0,30	-0,07
Тангентальный диаметр проводящего пучка – площадь сосудов метаксилемы	0,59	0,77
Толщина склеренхимного кольца – устойчивость к полеганию	-0,39	-0,02
Толщина склеренхимного кольца – число проводящих пучков	0,13	0,78

Показано, что из макроструктурных признаков рапса на продуктивность ценоза положительно влияют длина центральной кисти, количество стручков на ней и на растении. Выявлена тесная связь между продуктивностью семян с растения и диаметром стебля ярового рапса ($r=0,76$). При увеличении тангентального диаметра проводящего пучка возрастала площадь сосудов метаксилемы ($r=0,59$ – озимый; $r=0,77$ – яровой). Следует отметить, что увеличение диаметра проводящих пучков и их сосудов целесообразно лишь в условиях достаточного увлажнения почвы. Поэтому в условиях Беларуси более продуктивными могут оказаться сорта (гибриды) с толстым стеблем и большим числом проводящих пучков среднего диаметра.

Таким образом, использование цитологических методов при отборе растений рапса на устойчивость к полеганию и по показателям продуктивности будет способствовать повышению результативности и ускорению селекционного процесса этой культуры.

Заключение

Реализация продуктивности и устойчивости растений рапса озимого и ярового к полеганию зависит от комплекса факторов эндогенного и экзогенного происхождения. Информационно-ценными для селекционного процесса являются сортовые особенности макро- и микроструктуры стебля. Исследованиями установлено, что при отборе образцов рапса следует уделять особое внимание генотипам, которые имеют большую толщину механической ткани стебля, более крупный диаметр сосудистых пучков и их большую численность, чем менее устойчивые или склонные к полеганию генотипы. Из микроструктурных признаков существенное влияние на прочность стебля оказывает развитие проводящей системы и периферического кольца склеренхимы. Выявлена связь сильной степени между продуктивностью семян с растения и диаметром стебля ярового рапса ($r=0,76$). Число проводящих пучков увеличивалось с утолщением склеренхимной ткани ($r=0,13$ – озимый; $r=0,78$ – яровой), а при увеличении тангентального диаметра проводящего пучка возрастала площадь сосудов метаксилемы ($r=0,59$ – озимый; $r=0,77$ – яровой). Отмечено, что увеличение диаметра проводящих пучков и их сосудов целесообразно лишь в условиях достаточного увлажнения почвы. Поэтому, в условиях Беларуси более продуктивными могут оказаться сорта (гибриды) с толстым стеблем и большим числом проводящих пучков среднего диаметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиллюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук / Я. Э. Пиллюк. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2021. – 80 с.
2. Прохоров, В. Н. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов / В. Н. Прохоров, Н. А. Ламан, К. Г. Шашко, В. И. Кравченко. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. – 365 с.
3. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич / Перевод с сербохорв. В. В. Иноземцева; под ред. и с предис. А. К. Федорова. – Москва: «Колос», 1984. – 344 с.
4. Huber N., Brouwer J., Wettberg E.J., During H.J., Anten N.P. More cells, bigger cell or simply reorganization? Alternative Mechanisms leading to changed internode architecture under co n-trasting stress regimes. *New Phytol.*, 2013, 201: 193–204.
5. Изучение прочности соломины у ржи *Secale cereal L.* методом динамического механического анализа / А. А. Коновалов [и др.]. – Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – 5: 3–6.
6. Рабинович, С. В. Устойчивость против полегания образцов озимой пшеницы из мировой коллекции в условиях восточного степи / С. В. Рабинович, В. Ф. Дорофеев // Селекция семян. УРСР. – Киев, 1966. – В. 2. С. 23–32.
7. Декапрелевич, Л. Л. К методике оценки сортов озимой пшеницы на полегаемость и характеристика по этому признаку некоторых местных сортов Восточной Грузии селекционных сортов / Л. Л. Декапрелевич // В кн.: Устойчивость растения против полегания. – Минск, 1965. – С. 54–56.
8. Александрян, В. В. Определение показателя «стройности» стеблей злаковых / В. В. Александрян, А. П. Тарвердян // Докл. ВАСХНИЛ. – 1976. – № 10. – С. 15–16.
9. Лукьянова, И. В. Устойчивость к полеганию злаковых культур с учетом их архитектоники и физико-механических свойств тканей стеблей / И. В. Лукьянова. – Краснодар, 2008. – 282 с.
10. Лазаревич, С. В. Эволюция анатомического строения стебля пшеницы / С. В. Лазаревич. – Минск: БИТ «Хата». – 1999. – 296 с.
11. Методика оценки урожайности сортов озимого двунулевого рапса / ИНАР, – Познань, 1991. – 21 с.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М. А. Федина. – Москва, 1988. – 121 с.
13. Dosepov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov isslidovani) (Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results). – Moscow, 2011, 352 p.
14. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Агропромиздат, 1988 – С. 61–66.
15. Лясковский, М. И. Динамика фенольных соединений и лигнина в стебле озимой пшеницы и формирование устойчивости к полеганию / М. И. Лясковский, Ф. Л. Калинин // Физиология и биохимия культурных растений. – 1997. – Т.9, № 4. – С. 359–365.

ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ И ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА У ТОМАТА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

М. М. ДОБРОДЬКИН

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

(Поступила в редакцию 05.09.2022)

Гетерозисные гибриды являются основным посевным материалом, в связи с чем селекция на гетерозис и изучение закономерностей подбора родительских пар остаётся актуальным направлением многих селекционных программ. Селекция на гетерозис получила широкое распространение, а эффект гетерозиса используется человеком у большинства сельскохозяйственных культур. Множество исследований, проведенных в различных частях земного шара на разных культурах, доказывают преимущество гетерозисных гибридов по сравнению с сортами.

По признаку «товарная урожайность» положительный гетерозис, за годы исследований, имели 11 комбинаций. Высокие значения, на уровне 26,1–48,6 %, выявлены у гибридов F_1 : B3-1-8 x Тамина, C9464 x Тамина, Линия 19/5d x Титан, и Линия 176 x Тамина. При наследовании хозяйственно ценных признаков, за годы исследований, установлено положительное сверхдоминирование по всем изучаемым признакам.

Комплексный анализ хозяйственно ценных признаков, по результатам испытания в 2012–2013 годов, позволил выявить лучшие гибридные комбинации: F_1 Линия 176 x Линия TX-140, F_1 Линия 182 x Никола и F_1 Линия 19/5d x Никола, характеризующиеся высокой скороспелостью, товарной урожайностью и массой плода. Одна гибридная комбинация под названием Агеньчык F_1 в 2013 году передана в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» и включена в Государственный реестр сортов с 2014 г.

Ключевые слова: гетерозис, томат, линия, значение, признаки, гибридная комбинация, урожайность, степень доминирования.

Heterotic hybrids are the main seed material, and therefore selection for heterosis and the study of patterns of selection of parental pairs remains an important area of many breeding programs. Breeding for heterosis has become widespread, and the effect of heterosis is used by humans in most crops. Many studies conducted in different parts of the globe on different crops prove the advantage of heterotic hybrids compared to varieties.

According to the indicator of "commercial yield", positive heterosis, over the years of research, had 11 combinations. High values, at the level of 26.1–48.6 %, were found in F_1 hybrids: B3-1-8 x Tamina, C9464 x Tamina, Line 19/5d x Titan, and Line 176 x Tamina. When inheriting economically valuable traits, over the years of research, positive overdominance has been established for all studied traits.

A comprehensive analysis of economically valuable traits based on the results of testing in 2012–2013 made it possible to identify the best hybrid combinations: F_1 Line 176 x Line TX-140, F_1 Line 182 x Nikola and F_1 Line 19/5d x Nikola, characterized by high early maturity, marketable and fruit weight. One hybrid combination called Agenchyk F_1 was transferred to the State Inspectorate for Testing and Protection of Plant Varieties in 2013 and has been included in the State Register of Varieties since 2014.

Key words: heterosis, tomato, line, meaning, traits, hybrid combination.

Введение

В настоящее время, наряду с классической селекцией, завершающейся выведением нового сорта, широкое распространение получила селекция на гетерозис. В современном производстве овощных культур гетерозисные гибриды являются основным посевным материалом, в связи с чем селекция на гетерозис и изучение закономерностей подбора родительских пар остаётся актуальным направлением многих селекционных программ [7].

Гетерозис – общебиологическое явление, при котором гибриды первого поколения, полученные от скрещивания различных сортов, линий растений, видов и пород животных по своим биологическим и хозяйственно полезным признакам значительно превосходят исходные родительские формы растений и породы животных [1, 11].

Различают истинный гетерозис, характеризующийся более сильным проявлением признака в первом поколении по сравнению с лучшим родителем, и гипотетический, как превышение признака гибрида над средним значением его родителей.

Гетерозис наблюдается в первом поколении после скрещивания различных видов, разновидностей, сортов и линий растений или видов и пород животных. Это увеличение может касаться более обильного плодоношения, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, ускорения или замедления фаз развития растений и других признаков [3, 4, 5, 6, 8].

Многие исследования, проведенные в различных частях земного шара на разных культурах, неоспоримо доказывают преимущество гетерозисных гибридов по сравнению с сортами. Гетерозисные гибриды лучше, чем родительские формы, переносят неблагоприятные условия среды и обеспе-

чивают сочетание высокой продуктивности и стабильной по годам урожайности. Меньшая изменчивость под действием экологических факторов объясняется более высоким уровнем гомеостаза гибридов F₁ [9].

Селекция на гетерозис получила широкое распространение, а эффект гетерозиса используется человеком у большинства сельскохозяйственных культур [10]. В связи с этим создание высокоурожайных сортов и гибридов томата защищенного грунта является весьма актуальным.

Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии УО БГСХА в 2012–2013 гг. В защищенном грунте проведено конкурсное испытание гетерозисных гибридов томата, полученных по схеме топкроссов (сорок гибридных комбинаций) совместно с исходными формами. В качестве материнских форм в схеме топкроссов для пленочных теплиц выступали стерильные и фертильные формы: БЗ-1-8 (ФМС), С9464 (ФМС), Линия 19/5, Линия 19/5д, Линия 74/0, Линия 90/0, Линия 97/0 (ФМС), Линия 79/0 (ФМС), Линия 80/0 (ФМС). Отцовскими формами в схеме топкроссов являлись Никола, Титан, Тамина, Линия ТХ-144, Линия ТХ-140. Изучаемые образцы высаживались в 3-кратной повторности по 5 растений на делянке, Схема посадки 70 x 30 см. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта. Стандартами являлись детерминантный гибрид Александр и индетерминантный гибрид Старт.

Истинный гетерозис оценивали как процент превышения значения признака у гибрида F₁ над значением лучшей родительской линии $[(F_1 - P_{лучш.}) / P_{лучш.}] \times 100 \%$. Степень доминирования (Hr) определяли по Дж. Л. Брюбейкеру $Hr = (F_1 - M_r) / (P_{лучш.} - M_r)$; где F₁ – это значение изучаемого признака у гибрида, P_{лучш.} – лучший показатель у одной из исходных форм, M_r – среднее значение признака у исходных форм [2].

Отрицательное доминирование характеризуется Hr > -1; доминирование низкого показателя – Hr от -1 до -0,5; отсутствие доминирования (промежуточное) – Hr от -0,5 до 0,5; неполное доминирование высокого показателя – Hr от 0,5 до 1,0; сверхдоминирование (гетерозис) – Hr > 1 [46].

Оценка ранней урожайности в условиях республики обусловлена необходимостью отбора скороспелых форм, способных большую часть урожая отдавать за короткий вегетационный период до наступления ранних осенних заморозков (табл. 1). Следует отметить, что значения ранней урожайности у гибридов F₁ Александр и F₁ Старт, используемых в качестве стандартов, в 2012 году находились на уровне 0,31 и 1,81 кг/м² соответственно. Достоверно более высокие, чем у стандарта F₁ Старт, значения признака «ранняя урожайность» были отмечены у 16 гибридов из 40. Наиболее скороспелыми из испытанных образцов являются гибриды F₁: Линия 178 x Линия ТХ-144, Линия 19/5д x Тамина, Линия 176 x Тамина, БЗ-1-8 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Линия ТХ-144, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Тамина. Значения ранней урожайности у них в 2,6–5,0 раз выше, чем у лучшего стандарта F₁ Александр. Положительные значения эффекта гетерозиса в 2012 году по ранней урожайности имели 29 гибридов из 40. Наибольший гетерозис по данному признаку наблюдался у гибридов F₁: Линия 176 x Тамина, БЗ-1-8 x Титан, Линия 176 x Линия-ТХ-140, Линия 182 x Линия-ТХ-140, Линия 178 x Линия-ТХ-144, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия-ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,01–8,86 раза.

В 2013 году ранняя урожайность у стандартов F₁ Старт и F₁ Александр была выше и составляла 5,1 и 6,4 кг/м² соответственно. Значения этого признака на уровне (в пределах ошибки опыта НСР_{0,05} – 3,16) более раннеспелого стандарта F₁ Александр были отмечены у 28 гибридов из 40 и составили от 3,4 до 5,9 кг/м². Наиболее скороспелыми из испытанных образцов являются гибриды F₁: БЗ-1-8 x Никола, Линия 19/5 x Тамина, Линия 19/5 x Титан, С9464 x Титан, Линия 19/5 x Линия ТХ-140, Линия 19/5д x Никола, БЗ-1-8 x Титан, сформировавшие 5,4–5,9 кг/м² рано созревающих плодов.

Результаты проявления гетерозиса по ранней урожайности, в 2013 году, свидетельствуют о том, что из 40 гибридов 31 имели положительные значения. Наибольший гетерозис по данному признаку наблюдался у гибридов F₁: Линия 182 x Тамина, Линия 179 x Титан, Линия 182 x Титан, Линия 176 x Титан, С9464 x Тамина, С9464 x Титан, БЗ-1-8 x Титан, превышение над лучшим из родителей составило 3,67–6,37 раза.

В среднем за два года исследований ранняя урожайность стандартов составляла 2,7 кг/м² у F₁ Старт и 4,1 кг/м² F₁ Александр. Восемь гибридных комбинаций имели этот показатель на 10–70 % выше, чем у раннеспелого стандарта: БЗ-1-8 x Никола, БЗ-1-8 x Титан, Линия 19/5д x Никола, Линия 19/5д x Тамина, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия-ТХ-144. За два года исследований положительное значение гетерозиса по ранней урожайности имели у 36 гибридных комбинаций из 40. Наибольший гетерозис, в течение двух лет, по данному признаку

наблюдался у гибридов F₁: БЗ-1-8 х Титан, Линия 176 х Титан, Линия 176 х Тамина, Линия 182 х Титан и Линия 182 х Линия ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,27–5,86 раза.

Товарная урожайность – основной признак, определяющий хозяйственно полезную часть урожая. Анализ полученных данных по этому признаку показал, что величина товарной урожайности большинства изучаемых образцов в 2012 году находилась на уровне стандартов F₁ Александр и F₁ Старт и составила 6,8–11,0 кг/м² (табл. 2). Достоверно более высокие (на 35–53 %), чем у стандарта F₁ Старт, значения признака «товарная урожайность» отмечены у трех образцов: F₁Линия 176 х Линия-ТХ-140, F₁Линия 182 х Никола и F₁Линия 19/5д х Никола. Наибольшее количество товарных плодов (13,2 кг/м²) сформировал гибрид F₁ Линия 19/5д х Никола, что на 3,5 кг/м² больше, чем у стандарта F₁ Старт.

Таблица 1. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по ранней урожайности, %

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
БЗ-1-8 х Никола	6,30	186,4	5,4	22,4	5,9	104,4
БЗ-1-8 х Титан	4,62	413,3	5,9	637,1	5,3	525,2
БЗ-1-8 х Тамина	2,49	91,5	2,0	86,1	2,2	88,8
БЗ-1-8 х Линия ТХ-144	0,29	-58,6	4,7	294,8	2,5	118,1
БЗ-1-8 х Линия ТХ-140	0,00	-100,0	3,4	55,5	1,7	-22,3
С9464 х Никола	0,28	-87,3	4,8	8,5	2,5	-39,4
С9464 х Титан	0,44	-51,1	5,5	583,5	3,0	266,2
С9464 х Тамина	1,46	12,3	6,8	514,2	4,1	263,3
С9464 х Линия ТХ-144	1,47	110,0	4,6	25,0	3,0	67,5
С9464 х Линия ТХ-140	1,21	101,7	5,0	125,5	3,1	113,6
Линия 19/5 х Никола	2,22	0,9	5,1	240,7	3,7	120,8
Линия 19/5 х Титан	0,00	-100,0	5,4	257,7	2,7	78,9
Линия 19/5 х Тамина	1,18	-40,7	5,4	257,4	3,3	108,4
Линия 19/5 х Линия ТХ-144	0,00	-100,0	3,5	132,3	1,8	16,2
Линия 19/5 х Линия ТХ-140	0,18	-91,0	5,9	167,3	3,0	38,2
Линия 19/5д х Никола	4,35	97,7	5,9	34,7	5,1	66,2
Линия 19/5д х Титан	3,72	85,1	4,2	108,7	4,0	96,9
Линия 19/5д х Тамина	4,90	143,8	4,0	101,2	4,5	122,5
Линия 19/5д х Линия ТХ-144	2,00	-0,5	5,9	196,8	4,0	98,2
Линия 19/5д х Линия ТХ-140	2,41	19,9	5,3	142,1	3,9	81,0
Линия 176 х Никола	2,29	4,1	3,8	-14,6	3,0	-5,3
Линия 176 х Титан	2,28	153,3	4,8	501,2	3,5	327,3
Линия 176 х Тамина	5,22	301,5	3,0	171,4	4,1	236,5
Линия 176 х Линия ТХ-144	0,96	37,1	0,8	-35,2	0,9	0,9
Линия 176 х Линия ТХ-140	3,55	491,7	1,5	-30,9	2,5	230,4
Линия 178 х Никола	0,92	-58,2	2,5	-43,9	1,7	-51,1
Линия 178 х Титан	3,39	276,7	2,0	153,4	2,7	215,1
Линия 178 х Тамина	3,21	146,9	3,0	170,2	3,1	158,6
Линия 178 х Линия ТХ-144	4,75	578,6	0,0	-100,0	2,4	239,3
Линия 178 х Линия ТХ-140	1,03	71,7	1,6	-27,5	1,3	22,1
Линия 179 х Никола	0,54	-75,5	2,4	-45,9	1,5	-60,7
Линия 179 х Титан	2,00	122,2	3,9	382,6	3,0	252,4
Линия 179 х Тамина	4,25	226,9	3,4	205,0	3,8	216,0
Линия 179 х Линия ТХ-144	2,17	210,0	1,5	23,7	1,8	116,9
Линия 179 х Линия ТХ-140	2,08	246,7	1,7	-22,3	1,9	112,2
Линия 182 х Никола	8,77	298,6	4,2	-3,9	6,5	147,4
Линия 182 х Титан	6,69	643,3	4,7	488,7	5,7	566,0
Линия 182 х Тамина	8,98	590,8	5,1	367,5	7,0	479,2
Линия 182 х Линия ТХ-144	6,90	885,7	4,7	287,6	5,8	586,7
Линия 182 х Линия ТХ-140	3,67	511,7	3,6	64,1	3,6	287,9
Старт (стандарт)	0,31		5,1		2,7	2,7
Александр (стандарт)	1,81		6,4		4,1	4,1
НСР _{0,05}	2,83		3,16			

Положительный эффект гетерозиса в 2012 году по признаку «товарная урожайность» имели 11 гибридных комбинаций из 40 с максимальным положительным значением по данному признаку (7,4–24,5%) у гибридов F₁:Линия 182 х Линия ТХ-144, Линия 176 х Тамина, Линия 182 х Никола, Линия 19/5д х Никола, родительские формы которых сформировали небольшую товарную урожайность. Товарная урожайность в 2013 году у большинства изучаемых образцов достоверно не отличалась от уровня стандарта F₁ Александр и составила 11,3–16,1 кг/м². Достоверно более высокое (на 48 %), чем

у стандарта F₁ Александр, значение признака «товарная урожайность» наблюдалось у образца F₁ Линия 178 x Титан – 19,6 кг/м². Величина товарной урожайности, достоверно не уступающая, значению лучшего стандарта F₁ Старт (13,6-19,6 кг/м²) отмечена у следующих гибридов F₁: Линия 182 x Титан, Линия 179 x Титан, Линия 178 x Титан, Линия 176 x Тамина, Линия 19/5д x Титан, Линия 19/5 x Титан, БЗ-1-8 x Линия-ТХ-144, БЗ-1-8 x Тамина.

Таблица 2. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по товарной урожайности, %

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
БЗ-1-8 x Никола	9,8	-7,5	11,2	2,8	10,5	-2,4
БЗ-1-8 x Титан	8,5	-11,5	12,0	32,2	10,3	10,4
БЗ-1-8 x Тамина	8,5	-10,5	14,5	62,6	11,5	26,1
БЗ-1-8 x Линия ТХ-144	7,9	-16,8	13,7	33,0	10,8	8,1
БЗ-1-8 x Линия ТХ-140	6,5	-45,4	13,0	15,3	9,8	-15,1
С9464 x Никола	8,5	-19,8	13,0	19,5	10,8	-0,2
С9464 x Титан	7,5	-21,9	13,5	47,9	10,5	13,0
С9464 x Тамина	9,5	0,0	13,3	49,5	11,4	24,8
С9464 x Линия ТХ-144	9,4	-1,1	12,3	-7,8	10,9	-4,5
С9464 x Линия ТХ-140	9,7	-18,5	14,7	29,7	12,2	5,6
Линия 19/5 x Никола	9,8	-7,5	16,1	47,8	13,0	20,2
Линия 19/5 x Титан	3,2	-69,1	13,6	37,5	8,4	-15,8
Линия 19/5 x Тамина	9,1	-12,1	12,6	27,1	10,9	7,5
Линия 19/5 x Линия ТХ-144	6,6	-36,2	12,9	25,4	9,8	-5,4
Линия 19/5 x Линия ТХ-140	6,2	-47,9	10,5	-6,9	8,4	-27,4
Линия 19/5д x Никола	13,2	24,5	11,9	9,1	12,6	16,8
Линия 19/5д x Титан	10,7	11,5	13,6	48,8	12,2	30,2
Линия 19/5д x Тамина	9,6	1,1	11,3	24,1	10,5	12,6
Линия 19/5д x Линия ТХ-144	8,9	-6,3	13,2	28,1	11,1	10,9
Линия 19/5д x Линия ТХ-140	10,0	-16,0	11,6	2,8	10,8	-6,6
Линия 176 x Никола	9,4	-11,3	11,5	5,5	10,5	-2,9
Линия 176 x Титан	9,0	-6,3	12,3	35,4	10,7	14,6
Линия 176 x Тамина	11,0	15,8	16,1	81,4	13,6	48,6
Линия 176 x Линия ТХ-144	9,1	-4,2	12,9	25,3	11,0	10,6
Линия 176 x Линия ТХ-140	11,6	-2,5	13,2	17,1	12,4	7,3
Линия 178 x Никола	5,5	-48,1	8,0	-63,8	6,8	-56,0
Линия 178 x Титан	8,5	-11,5	19,6	-11,9	14,1	-11,7
Линия 178 x Тамина	8,4	-11,6	13,2	-40,7	10,8	-26,2
Линия 178 x Линия ТХ-144	10,7	12,6	4,5	-79,6	7,6	-33,5
Линия 178 x Линия ТХ-140	9,6	-19,3	11,5	-48,0	10,6	-33,7
Линия 179 x Никола	9,8	-7,5	12,9	-22,1	11,4	-14,8
Линия 179 x Титан	6,2	-35,4	14,2	-14,5	10,2	-25,0
Линия 179 x Тамина	9,6	1,1	11,6	16,7	10,6	8,9
Линия 179 x Линия ТХ-144	9,6	1,1	11,9	-28,3	10,8	-13,6
Линия 179 x Линия ТХ-140	10,2	-14,3	11,6	-30,3	10,9	-22,3
Линия 182 x Никола	12,4	17,0	12,8	17,5	12,6	17,3
Линия 182 x Титан	7,7	-19,8	14,5	59,5	11,1	19,9
Линия 182 x Тамина	9,6	1,1	12,0	34,7	10,8	17,9
Линия 182 x Линия ТХ-144	10,2	7,4	11,4	10,5	10,8	9,0
Линия 182 x Линия ТХ-140	6,8	-42,9	12,5	10,8	9,7	-16,1
Старт (стандарт)	9,7		17,4		13,6	2,7
Александр (стандарт)	8,6		13,2		10,9	4,1
НСР _{0,05}	2,97		3,85			

Положительные значения гетерозиса по признаку «товарная урожайность» в 2013 году имели большинство гибридных комбинаций (29 из 40). Максимальные положительные значения по данному признаку (47,8–81,4 %) отмечены гибридов F₁: Линия 19/5д x Никола, С9464 x Титан, С9464 x Тамина, Линия 182 x Титан, БЗ-1-8 x Тамина и Линия 176 x Тамина, родительские формы которых сформировали небольшую товарную урожайность или не сформировали ее вообще.

По результатам двухлетних испытаний высокую товарную урожайность (на уровне стандарта Старт и выше) сформировали Линия 19/5 x Никола, Линия 176 x Тамина и Линия 178 x Титан. В среднем за два года положительное значение гетерозиса имела 21 гибридная комбинация из 40. Положительный гетерозис в течение двух лет имели 11 комбинаций.

Признак «средняя масса товарного плода» (табл. 3) у изучаемых образцов томата в условиях 2012 года варьировал от 60 до 170 граммов. Достоверно более крупные, чем у стандартов F₁ Александр и F₁ Старт, плоды сформировали гибриды: F₁Б 3-1-8 x Линия ТХ-144 (120,0 г), F₁ Б3-1-8 x Титан (128,0 г), F₁Линия 182 x Титан (137,0 г), F₁ Линия 182 x Линия-ТХ-144 (138,0 г), F₁ Линия 19/5 x Титан (152,0 г), F₁ Линия 176 x Титан (170,0 г).

Таблица 3. Истинный гетерозис у гибридов томата в защищенном грунте по массе плода, г

Наименование образца	Годы исследований				Среднее за два года	
	2012		2013			
	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %	урожайность, кг/м ²	гетерозис, %
Б3-1-8 x Никола	87,0	10,1	86,0	4,6	86,5	7,4
Б3-1-8 x Титан	128,0	37,6	63,0	-32,2	95,5	2,7
Б3-1-8 x Тамина	87,0	26,1	77,4	12,1	82,2	19,1
Б3-1-8 x Линия ТХ-144	120,0	21,2	94,5	2,2	107,3	11,7
Б3-1-8 x Линия ТХ-140	105,0	14,1	88,1	2,8	96,6	8,5
С9464 x Никола	83,0	5,1	79,5	-3,2	81,3	1,0
С9464 x Титан	84,0	-9,7	68,3	-26,5	76,2	-18,1
С9464 x Тамина	81,0	17,4	73,5	6,6	77,3	12,0
С9464 x Линия ТХ-144	91,0	-8,1	70,3	-1,6	80,7	-4,9
С9464 x Линия ТХ-140	70,0	-23,9	71,6	-16,5	70,8	-20,2
Линия 19/5 x Никола	99,0	25,3	90,6	10,3	94,8	17,8
Линия 19/5 x Титан	152,0	63,4	63,6	-31,6	107,8	15,9
Линия 19/5 x Тамина	81,0	17,4	76,4	10,7	78,7	14,1
Линия 19/5 x Линия ТХ-144	88,0	-11,1	94,4	2,1	91,2	-4,5
Линия 19/5 x Линия ТХ-140	88,0	-4,3	76,6	-10,7	82,3	-7,5
Линия 19/5д x Никола	60,0	-24,1	84,1	2,3	72,1	-10,9
Линия 19/5д x Титан	92,0	-1,1	100,5	8,0	96,3	3,5
Линия 19/5д x Тамина	78,0	13,0	78,6	10,6	78,3	11,8
Линия 19/5д x Линия ТХ-144	106,0	7,1	74,9	-19,0	90,5	-6,0
Линия 19/5д x Линия ТХ-140	83,0	-9,8	74,1	-13,5	78,6	-11,7
Линия 176 x Никола	106,0	34,2	105,7	28,6	105,9	31,4
Линия 176 x Титан	170,0	82,8	77,7	-16,5	123,9	33,2
Линия 176 x Тамина	100,0	44,9	89,1	29,1	94,6	37,0
Линия 176 x Линия ТХ-144	112,0	13,1	131,8	42,5	121,9	27,8
Линия 176 x Линия ТХ-140	107,0	16,3	109,4	27,6	108,2	22,0
Линия 178 x Никола	84,0	-8,7	101,0	-22,9	92,5	-15,8
Линия 178 x Титан	88,0	-5,4	104,7	-20,1	96,4	-12,8
Линия 178 x Тамина	73,0	-20,7	80,7	-38,4	76,9	-29,6
Линия 178 x Линия ТХ-144	91,0	-8,1	123,3	-5,9	107,2	-7,0
Линия 178 x Линия ТХ-140	102,0	10,9	105,1	-19,8	103,6	-4,5
Линия 179 x Никола	70,0	-11,4	97,8	19,0	83,9	3,8
Линия 179 x Титан	92,0	-1,1	74,1	-20,3	83,1	-10,7
Линия 179 x Тамина	60,0	-13,0	60,8	-11,8	60,4	-12,4
Линия 179 x Линия ТХ-144	86,0	-13,1	71,8	-22,3	78,9	-17,7
Линия 179 x Линия ТХ-140	63,0	-31,5	73,6	-14,1	68,3	-22,8
Линия 182 x Никола	106,0	34,2	72,7	-11,6	89,4	11,3
Линия 182 x Титан	137,0	47,3	64,8	-30,3	100,9	8,5
Линия 182 x Тамина	96,0	39,1	76,8	11,3	86,4	25,2
Линия 182 x Линия ТХ-144	138,0	39,4	89,6	-3,1	113,8	18,2
Линия 182 x Линия ТХ-140	94,0	2,2	100,8	17,6	97,4	9,9
Старт (стандарт)	119,0		98,9		109,0	2,7
Александр (стандарт)	99,0		81,2		90,1	4,1
НСР _{0,05}	17,6		17,54			

Результаты изучения проявления эффектов гетерозиса по массе плода в 2012 г. показали, что половина гибридов имели положительные значения. Наибольшие значения гетерозиса наблюдались у гибридных комбинаций Линия 176 x Тамина, Линия 182 x Титан, Линия 19/5 x Титан, Линия 176 x Титан; родительские формы которых характеризовались мелкоплодностью.

В условиях 2013 года значение признака «средняя масса товарного плода» у изучаемых образцов томата варьировало от 61 до 132 граммов, достоверно более крупные, чем у стандарта F₁ Александр, плоды сформировали гибриды F₁: Линия 19/5 x Титан (100,5 г), Линия 182 x Линия-ТХ-140 (100,8 г), Линия 178 x Никола (101,0 г), Линия 178 x Титан (104,7 г), Линия 178 x Линия-ТХ-140 (105,1 г), Линия 176 x Никола (105,7 г), Линия 176 x Линия-ТХ-140 (109,4 г), Линия 178 x Линия-ТХ-144 (123,3 г) и Линия 176 x Ли-

ния-ТХ-144 (131,8 г). Масса плода гибридов Линия 178 x Линия-ТХ-144 и Линия 176 x Линия-ТХ-144 существенно превышала значение этого признака стандарта Старт на 24,4 и 32,9 г.

Результаты изучения проявления эффектов гетерозиса по массе плода показали, что восемнадцать гибридов из сорока в 2013 году имели положительные значения гетерозиса по данному признаку. Наибольшие значения наблюдались у гибридных комбинаций Линия 179 x Никола, Линия 176 x Линия-ТХ-140, Линия 176 x Никола, Линия 176 x Тамина, Линия 176 x Линия-ТХ-144.

Масса плода изучаемых образцов в среднем за два года колебалась от 60,4 до 123,9 граммов. На уровне стандарта Старт (109,0 г) и выше эти значения имели 10 комбинаций скрещивания: Б 3-1-8 x Линия-ТХ-144, Линия 19/5 x Титан, Линия 176 x Никола, Линия 176 x Титан, Линия 176 x Линия ТХ-144, Линия 178 x Линия ТХ-140, Линия 178 x Линия ТХ-144, Линия 178 x Линия ТХ-140, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Линия ТХ-144. В среднем за годы исследований положительные значения гетерозиса по массе плода имели 17 комбинаций из 40.

Более полную картину наследования хозяйственно ценных признаков у томата можно представить по степени доминирования (табл. 4).

Таблица 4. Степень доминирования по хозяйственно ценным признакам у гибридов томата, %

Признак	Год	$H_p < -1$	$-1 \geq H_p \leq 1$	$H_p > 1$
Ранняя урожайность	2012	10	17,5	72,5
	2013	5,0	22,5	72,5
	В среднем за два года	7,5	20,0	72,5
Товарная урожайность	2012	22,5	55,0	22,5
	2013	5,0	25,0	70,0
	В среднем за два года	13,7	40,0	46,3
Масса плода	2012	10,0	35,0	55,0
	2013	2,5	52,5	45,0
	В среднем за два года	6,3	43,7	50,0

По признаку «ранняя урожайность» преобладало положительное сверхдоминирование (72,5 % процента гибридов имели $H_p > 1$). По товарной урожайности в 2012 году у большинства гибридов (55,0 %) наблюдалось промежуточное наследование, а в 2013 г. преобладало положительное сверхдоминирование по признакам «ранняя урожайность» и «товарная урожайность» (72,5 % и 70,0 % гибридов соответственно имели $H_p > 1$). По массе товарного плода в 2012 году у большинства гибридов (55,0 %) наблюдалось положительное сверхдоминирование, а в 2013 году отмечалось промежуточное наследование (52,5 %). Наследование по всем изучаемым признакам, в среднем за два происходило по типу положительного сверхдоминирования.

Заключение

По результатам двухлетних испытаний выявлены наиболее скороспелые гибриды F_1 : Б3-1-8 x Никола, Б3-1-8 x Титан, Линия 19/5д x Никола, Линия 19/5д x Тамина, Линия 182 x Никола, Линия 182 x Титан, Линия 182 x Тамина, Линия 182 x Линия ТХ-144, значения ранней урожайности у которых превышало стандарт на 10–70 %.

За два года исследований положительное значение гетерозиса по ранней урожайности имели 36 гибридных комбинаций из 40. Наибольший гетерозис в течение двух лет по данному признаку наблюдался у гибридов F_1 : Б3-1-8 x Титан, Линия 176 x Титан, Линия 176 x Тамина, Линия 182 x Титан и Линия 182 x Линия ТХ-144, превышение над лучшим из родителей составило 3,27–5,86 раза.

По результатам двухлетних испытаний высокую товарную урожайность сформировали Линия 19/5 x Никола, Линия 176 x Тамина и Линия 178 x Титан. По признаку «товарная урожайность» положительный гетерозис, за годы исследований, имели 11 комбинаций. Высокие значения на уровне 26,1%–48,6 % выявлены у гибридов F_1 : Б3-1-8 x Тамина, С9464 x Тамина, Линия 19 /5д x Титан и Линия 176 x Тамина.

При наследовании хозяйственно ценных признаков, за годы исследований, установлено положительное сверхдоминирование по всем изучаемым признакам.

Комплексный анализ хозяйственно ценных признаков, по результатам испытания 2012–2013 годах, позволил выявить лучшие гибридные комбинации: F_1 Линия 176 x Линия ТХ-140, F_1 Линия 182 x Никола и F_1 Линия 19/5д x Никола, характеризующиеся высокой скороспелостью, товарной и массой плода. Одна гибридная комбинация под названием Агеньчык F_1 в 2013 году передана в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» и включена в Государственный реестр сортов с 2014 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брежнев, Д. Д. Томаты / Д. Д. Брежнев // Гетерозис в овощеводстве. –Л., 1966. – С. 9–48.

2. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер. – М.: Колос, 1966. – 224 с.
3. Ганева, Д. Г. Успехи Болгарской гетерозисной селекции томата / Д. Г. Ганева, Ж. П. Данаилов // Селекция и семеноводство овощных культур: сб. научн. тр. – 2015. – Выпуск 46. – С. 201–208.
4. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т.2 Частная генетика растений/ науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: «Беларуская навука», 2020. – 663 с. (С. 483–572)
5. Гетерозис / Н. В. Турбин [и др.]. – Минск, 1982. – 245 с.
6. Добродькин, М. М. Создание партенокарпических гетерозисных гибридов томата для пленочных теплиц на основе функциональной мужской стерильности: автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 2004. – 18 с.
7. Добродькин, А. М. Селекция гибридов томата на стерильной и фертильной основах для защищенного грунта автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.01.05 / М. М. Добродькин; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 2021. – 24 с.
8. Игнатова, С. И. Использование гетерозиса в селекции тепличных гибридов томата / С. И. Игнатова // Гетерозис с.-х. растений: сб. науч. тр. Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – М.: ВНИИССОК, 1997. – С. 112–113.
9. Пивоваров, В. Ф. Частная селекция пасленовых культур / В. Ф. Пивоваров, Р. В. Скворцова, И. Ю. Кондратьева. – М., 2002. – 285 с.
10. Парий, Ф. Н. Проблемы использования гетерозиса / Ф. Н. Парий // Гетерозис (теория и практика): Тез. докл. конф. – Харьков (28–29 янв. 1988г.), 1988. –С. 97–98.
11. Турбин, Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбиционную ценность / Н. В. Турбин // Вестник с. х. науки. – 1967. – №3. – С. 16–21.

ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ (2012–2013 гг.)

М. М. ДОБРОДЬКИН

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

(Поступила в редакцию 05.09.2022)

Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью. Комбинационная способность – это неотъемлемая часть в изучении гетерозиса, под которой понимают способность родительских линий при скрещиваниях к образованию ценных гибридов. Проявление эффекта гетерозиса в значительной степени зависит от конкретных комбинаций скрещиваний F_1 и не может быть предсказано заранее, так как ценность исходных родительских форм различна, одни из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие – низкой.

Выявлены достоверные различия по эффектам ОКС и СКС материнских и отцовских форм по большинству изучаемых признаков. Сопоставление отношений ОКС и СКС генотипов томата указывает на достоверное влияние аддитивных эффектов по отношению к неаддитивным. Высокими значениями эффектов ОКС и вариант СКС по товарной урожайности обладают материнские формы 176, 178, 182 и 19/5 д., а также тестер Никола; по ранней урожайности Тамина, Линия ТХ-140, БЗ-1-8, 178, 182. Для гетерозисной селекции с целью создания высокоурожайных гибридов рекомендуется использовать материнские линии С9464, 19/5, 19/5 д., 176 и отцовские формы Никола, Титан, Тамина и Линия ТХ-144

Ключевые слова: комбинационная способность, гетерозис, томат, материнская линия, тестер, значение, признак, урожайность.

The combination ability of a line or variety is understood as the ability to produce, when crossed with another line or variety, heterotic hybrid offspring with increased viability and productivity. Combination ability is an integral part in the study of heterosis, which is understood as the ability of parental lines to form valuable hybrids when crossed. The manifestation of the effect of heterosis largely depends on specific combinations of F_1 crosses and cannot be predicted in advance, since the value of the initial parental forms is different, some of them are characterized by high combinational ability, while others – by low one.

Significant differences in maternal and paternal forms according to the effects of GCA and SCA were revealed for most of the studied characteristics. Comparison of the ratios of GCA and SCA of tomato genotypes indicates a significant influence of additive effects in relation to non-additive ones. The maternal forms 176, 178, 182 and 19/5 d., as well as the Nikola tester, have high values of the effects of GCA and the variance of SCA in terms of marketable yield; according to early yield – Tamina, Line TX-140, BZ-1-8, 178, 182. For heterotic breeding in order to create high-yielding hybrids, it is recommended to use maternal lines C9464, 19/5, 19/5 d., 176 and paternal forms of Nikola, Titan, Tamina and Line TX-144.

Key words: combination ability, heterosis, tomato, maternal line, tester, value, trait, yield.

Введение

Под комбинационной способностью линии или сорта понимается способность давать при скрещивании с другой линией или сортом гетерозисное гибридное потомство, обладающее повышенной жизнеспособностью и урожайностью [9]. Комбинационная способность – это неотъемлемая часть в изучении гетерозиса, под которой понимают способность родительских линий при скрещиваниях к образованию ценных гибридов. Проявление эффекта гетерозиса в значительной степени зависит от конкретных комбинаций скрещиваний F_1 и не может быть предсказано заранее, так как ценность исходных родительских форм различна, одни из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие – низкой. Исходя из этого, подбор исходных родительских форм для скрещивания проводится на основе предварительного изучения их общей и специфической комбинационной способности [1, 2, 3, 5, 11]. Термин «общая комбинационная способность» выражает среднюю ценность линий в гибридных комбинациях, т.е. величину гетерозиса, наблюдаемую по всем гибридным комбинациям, а термин «специфическая комбинационная способность» – отклонение от этой величины у той или иной конкретной комбинации, т.е. определённые комбинации оказываются лучше или хуже, чем можно было ожидать на основании среднего качества изучаемых линий [9].

По мнению многих ученых, наибольший гетерозисный эффект проявляют сорта и линии, характеризующиеся высокой общей комбинационной способностью, поиск таких сортов и линий имеет важное значение в селекции сельскохозяйственных растений [4, 8, 9, 10]. Оценку комбинационной способности особенно важно проводить на начальных этапах селекционного процесса, при подборе родительских пар [7].

Основная часть

Научно-исследовательская работа проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии УО БГСХА в 2012–2013 г. В защищенном грунте проведено конкурсное испытание гетерозисных гибридов томата, полученных по схеме топкроссов, что явилось основанием

для расчета комбинационной способности исходных форм. Схема посадки 70 x 30 см. Агротехника общепринятая для томата защищенного грунта. Стандартами являлись детерминантный гибрид Александр и индетерминантный гибрид Старт.

Для определения параметров общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) комбинационной способности использовали модель 1 метода О. Kempthorne [11] с использованием компьютерной программы AGROS [6].

Результаты дисперсионного анализа по комбинационной способности схемы топкроссов, представленные в табл. 1, свидетельствуют о существенных различиях между исследуемыми гибридами по большинству признаков урожайности в 2012 году, кроме признака «общая урожайность». Установлена достоверность различий по эффектам ОКС материнских и отцовских форм по комплексу признаков, за исключением ОКС тестеров по товарной и общей урожайности, где результаты оказались недостоверны.

Таблица 1. Дисперсионный анализ комбинационной способности родительских форм томата (2012–2013 гг.)

Признаки	Годы	Средние квадраты					
		ОКС линий	ОКС тестеров	СКС	ОКС линий СКС	ОКС тестеров СКС	Случайные
Ранняя урожайность, кг/м ²	2012	17,19*	5,19*	2,13*	8,07	2,44	2,17
	2013	7,943**	3,779**	1,382	5,747	2,734	1,212
Товарная урожайность, кг/м ²	2012	2,79*	2,27	1,51	1,84	1,50	3,25
	2013	1,806	8,843**	5,492*	0,329	1,610	1,801
Общая урожайность, кг/м ²	2012	2,12	2,36	1,70	1,25	1,39	3,27
	2013	1,347	12,223**	5,676*	0,237	2,153	1,692
Масса плода, г.	2012	14,15*	18,39*	2,12*	6,67	8,67	189,37
	2013	604,553**	578,039**	137,855**	4,385	4,193	37,364

** – достоверно при P=0,01 * – достоверно при P=0,05.

Достоверность различий по СКС между родительскими формами выявлена по таким признакам как «ранняя урожайность» и «средняя масса товарного плода». Дисперсионный анализ товарной и общей урожайности не установил существенных различий в 2012 году по вариансам СКС между родительскими образцами.

Сопоставление эффектов ОКС и СКС линий и тестеров свидетельствует о том, что по всем изучаемым признакам аддитивные эффекты вносят большую изменчивость в генотипическую вариацию.

В 2013 году выявлена достоверность различий по эффектам ОКС материнских и отцовских форм по комплексу признаков, за исключением ОКС линий по признакам «товарная урожайность» и «общая урожайность», также выявлена достоверность различий по СКС между родительскими формами по всем признакам, за исключением ранней урожайности.

Нами было изучено отношение средних квадратов ОКС линий и тестеров к СКС, т. е. соотношение проявления аддитивных и неаддитивных эффектов по изучаемым признакам. На основании сопоставления отношений ОКС линий к СКС выявлено преобладание аддитивных эффектов над неаддитивными по ранней урожайности и массе плода. При сопоставлении отношений ОКС тестеров к СКС установлено преимущественное проявление аддитивных эффектов над неаддитивными по большинству изучаемых признаков, за исключением ОКС тестеров по товарной и общей урожайности.

Наиболее высокие значения эффектов ОКС по товарной урожайности отмечены у материнских форм Линия 19/5 д. и Линия 176. У тестеров по эффектам ОКС в 2012 году выделяется Никола. Высокие варианты СКС по товарной урожайности имели следующие материнские линии: Линия 178, Линия 182 и Линия 19/5 д., а также тестер Никола. Анализ комбинационной способности по признаку «товарная урожайность» позволяет выделить линии томата, сочетающие высокие значения ОКС и СКС – Линия 19/5 д. и Никола.

Оценка показателей общей комбинационной способности исследуемых образцов по признаку «масса товарного плода» позволяет выделить материнские линии 176 и 182, а также тестер Титан, как характеризующиеся высокими значениями эффектов ОКС. Наибольшие варианты СКС по массе плода отмечены у материнских линий 19/5, 176, 178; 19/5 д. и С 9464; среди тестеров – у сорта Титан и Линия ТХ-144. К образцам, сочетающим высокие эффекты ОКС и варианты СКС, относятся Линия 176 и Титан (табл. 2).

Таблица 2. Оценка комбинационной способности родительских форм томата в схеме топкроссов по хозяйственно ценным признакам в 2012 году

Родительские образцы	Параметры комбинационной способности							
	Эффекты ОКС				Вариансы СКС			
	ранняя урожайность	товарная урожайность	общая урожайность	масса плода	ранняя урожайность	товарная урожайность	общая урожайность	масса плода
Материнские линии								
Б318	-0,089	-0,777	–	9,450	5,743	1,197	–	48,254
С 9464	-1,857	-0,097	–	-14,150	1,157	0,697	–	173,104
Линия 19/5	-2,113	-1,497	–	5,650	0,659	1,547	–	352,479
Линия 19/5 д	0,646	1,462	–	-12,150	0,323	2,398	–	177,417
Линия 176	0,030	1,002	–	23,050	1,955	1,589	–	284,567
Линия 178	-0,169	-0,477	–	-8,350	3,091	5,487	–	242,792
Линия 179	-0,621	0,062	–	-21,750	1,548	1,362	–	18,242,
Линия 182	4,172	0,322	–	18,250	2,025	2,947	–	110,804
Линии-тестеры								
Никола	0,379	0,782	0,658	-9,075	3,469	4,259	4,234	74,456
Титан	0,063	-1,017	-1,097	21,925	0,766	1,214	1,389	387,885
Тамина	1,132	0,395	0,533	-13,950	0,892	0,534	0,382	49,631
Линия ТХ-144	-0,512	0,032	-0,028	8,050	2,119	1,457	2,549	174,774
Линия ТХ-140	1,063	0,192	0,066	6,950	2,028	2,376	2,553	7,631

Анализируя данные комбинационной способности 2013 года по признаку «ранняя урожайность», следует отметить среди материнских образцов, такие линии как С9464 и 19/5, которые обладают наиболее высоким значением эффекта ОКС (табл. 3). Оценивая эффекты ОКС среди тестеров, можно выделить сорт Титан, который имел высокие значения данного показателя. Наибольшие значения вариантов СКС по ранней урожайности среди материнских линий отмечены у Линия – 19/5 д, С9464 и Б 3-1-8. Среди тестеров высокую СКС имели образцы Тамина и Линия-ТХ-144.

Наиболее высокие значения эффектов ОКС по товарной урожайности в 2013 году отмечены у материнской формы С9464, Линия – 19/5. У тестеров по эффектам ОКС в 2013 году выделяется Титан. Высокие варианты СКС по товарной урожайности имели следующие материнские линии: С9464, Линия 19/5, Линия 178, а также тестеры Линия ТХ-144 и Титан. Анализ комбинационной способности по признаку «товарная урожайность» позволяет выделить линии томата, сочетающие высокие значения ОКС и СКС – С9464, Линия 19/5 и Титан.

Таблица 3. Оценка комбинационной способности родительских форм томата в схеме топкроссов по хозяйственно ценным признакам в 2013 году

Родительские образцы	Параметры комбинационной способности							
	Эффекты ОКС				Вариансы СКС			
	ранняя урожайность	товарная урожайность	общая урожайность	масса плода	ранняя урожайность	товарная урожайность	общая урожайность	масса плода
Материнские линии								
Б-318	0,435	0,257	0,055	-3,650	2,513	3,297	3,871	37,506
С 9464	0,875	0,378	0,535	-8,670	2,182	1,716	4,603	23,559
Линия 19/5	1,215	0,518	0,275	-5,130	0,495	5,066	6,035	43,053
Линия 19/5 д	1,215	-0,303	-0,385	-3,010	2,031	1,735	1,862	294,422
Линия 176	-1,065	0,578	0,735	17,290	0,972	3,625	2,498	163,218
Линия 178	-2,025	-1,263	-0,865	17,51	0,469	21,747	19,159	102,448
Линия 179	-1,265	-0,183	-0,285	-9830	0,339	0,834	1,009	159,994
Линия 182	0,615	0,018	-0,065	-4,510	0,671	0,422	0,694	140,772
Линии-тестеры								
Никола	0,417	-0,447	-0,645	4,225	0,311	3,511	3,644	80,446
Титан	0,705	1,540	1,742	-8,363	0,861	8,452	8,419	194,922
Тамина	0,243	0,452	0,692	-8,787	1,831	2,188	2,104	51,542
Линия ТХ-144	-1,020	-1,247	-1,432	10,962	1,974	6,326	5,949	143,567
Линия ТХ-140	0,345	0,297	0,358	1,962	0,552	1,489	2,588	0,934

Анализируя данные комбинационной способности по признаку «общая урожайность», следует отметить среди материнских образцов С9464, Линию – 19/5 и Линию – 176, которые обладают наиболее высоким значением эффекта ОКС. Оценивая эффекты ОКС среди тестеров, можно выделить сорт Титан, который имел высокие значения данного показателя. Наибольшие значения вариантов СКС по общей урожайности среди материнских линий отмечены у Линии – 19/5 и Линии – 178. Среди тестеров высокую СКС имели Титан и Линия-ТХ-144.

Оценка показателей общей комбинационной способности исследуемых образцов по признаку «масса товарного плода» позволяет выделить материнские линии 176, 178, а также тестер Линия-ТХ-144, как характеризующиеся высокими значениями эффектов ОКС. Наибольшие варианты СКС по массе плода отмечены у материнских линий 179, 176 и 19/5 д; среди тестеров – у сорта Титан и Линии-ТХ-144. К образцам, сочетающим высокие эффекты ОКС и варианты СКС, относятся Линия – 176 и Линия-ТХ-144.

В результате проведенной оценки комбинационной способности в качестве источников комплекса хозяйственно ценных признаков для гетерозисной селекции можно рекомендовать материнские линии С-9464, 19/5, 19,5 д, 176 и отцовские формы Титан, Тамина и Линия-ТХ-144.

Заключение

Дисперсионный анализа комбинационной способности схемы топкроссов в 2012 году выявил существенные различия между исследуемыми гибридами по большинству признаков урожайности, за исключением признака «общая урожайность». Выявлена достоверность различий по эффектам ОКС и СКС материнских и отцовских форм, кроме тестеров по товарной и общей урожайности. В 2013 году достоверность различий по эффектам ОКС отмечена у материнских и отцовских форм, за исключением ОКС линий по признакам «товарная урожайность» и «общая урожайность», также выявлена достоверность различий по СКС между родительскими формами по всем признакам, за исключением ранней урожайности. При сопоставлении отношений ОКС и СКС генотипов томата в схеме топкроссов указал на достоверное влияние аддитивных эффектов на проявление изучаемых признаков.

Высокими значениями эффектов ОКС и вариантов СКС по товарной урожайности обладают материнские формы 176, 178, 182 и 19/5 д., а также тестер Никола; по ранней урожайности Тамина, Линия ТХ-140, БЗ-1-8, 178, 182. Для гетерозисной селекции с целью создания высокоурожайных гибридов рекомендуется использовать материнские линии С9464, 19/5, 19/5 д., 176 и отцовские формы Никола, Титан, Тамина и Линия ТХ-144

ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев, Хр. Перспективы гетерозисной селекции томата / Хр. Георгиев, Ж. П. Данаилов // Состояние и перспективы интенсификации овощеводства: Тез. докл. – Кишинев, 1990. – С. 56–57.
2. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т.2 Частная генетика растений/ науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: «Беларуская навука», 2020. – 663 с. (с. 483–572)
3. Грати, В. Г. Комбинационная способность некоторых перспективных форм томата / В. Г. Грати, М. И. Грати // Гетерозис с.-х. растений: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур. – М.: ВНИИССОК, 1997. – С. 100–101.
4. Крючков, А. В. Селекция и семеноводство овощных культур / А. В. Крючков, С. П. Потапов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с.
5. Курганская, Н. В. Подбор прородительских компонентов для получения гетерозисных гибридов томата / Н. В. Курганская // Селекция и семеноводство картофеля и овощебахчевых культур: сб. науч. тр. / Вост. отд. ВАСХНИЛ. КазНИИ картоф. и овощного хозяйства. – Алма-Ата, 1979. – 191 с.
6. Савченко, В. К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В. К. Савченко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
7. Тарутина, Л. А. Взаимодействие генов при гетерозисе / Л. А. Тарутина, Л. В. Хотылева / АН БССР Ин-т генетики и цитологии, Белорус. о-во генетиков и селекционеров. – Минск: наука і тэхніка, 1990. – 176 с.
8. Турбин, Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную ценность / Н. В. Турбин // Вестник с. х. науки. – 1967. – №3. – С. 16–21.
9. Турбин, Н. В. Гетерозис и радиустойчивость растений / Н. В. Турбин, В. Г. Володин, И. А. Гордей / АН БССР, Ин-т генетики и цитологии, Белорус. о-во генетиков и селекционеров. – Минск: Наука и техника, 1977. – С. 5–28.
10. Хотылева, Л. В. Принципы и методы селекции на комбинационную способность в селекции гибридной кукурузы / Л. В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 3–80.
11. Хотылева, Л. В. Анализ различных схем скрещивания для оценки общей комбинационной способности исходного материала томата по раннему и общему урожаю / Л. В. Хотылева, Л. А. Мишин, Л. В. Тарутина // Овощеводство: сб. научн. тр. – Вып. 9. – Минск, 1996. – С. 38–43.
12. Kempthorne, O. An introduction to genetics statistics / O. Kempthorne. – New York, 1957. – P. 468–472.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 637.116.5

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО РАСХОДУ ВОЗДУХА

П. Ю. КРУПЕНИН

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

А. В. КИТУН

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: ktmg@batu.edu.by*

(Поступила в редакцию 28.04.2022)

В статье рассмотрены вопросы оценки технического состояния доильных аппаратов по расходу ими воздуха с использованием современных приборов проверки доильных установок и последующим анализом диагностических данных.

В ряде сельскохозяйственных предприятий все еще сохраняется поверхностный подход к средствам механизации животноводческих ферм и комплексов. В результате небрежного отношения к технике, неправильной ее эксплуатации и плохой организации технического обслуживания такие предприятия несут существенные потери. Решению этой проблемы может способствовать расширение практики диагностирования доильного оборудования с использованием специализированного оборудования, позволяющего с высокой точностью определять ключевые параметры технического состояния доильных аппаратов. Из отечественных образцов следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01, позволяющий измерять уровень вакуумметрического давления в статических и динамических режимах работы доильного оборудования, расход воздуха и частоту вращения ротора вакуумного насоса.

Для определения притока воздуха через доильный аппарат в систему транспортирования молока доильной установки в приборе ППДУ-01 реализован алгоритм альтернативного метода измерения малых расходов воздуха. Данный метод основан на замере скорости падения вакуумметрического давления в мерном резервуаре за счет притока в него воздуха через доильный аппарат.

В статье приведена методика проведения измерений с помощью прибора проверки доильных установок ППДУ-01. Описан процесс диагностирования доильного аппарата, включающий измерение таких параметров, как общий расход воздуха в режиме доения, утечка воздуха в соединениях доильного аппарата, утечка воздуха через закрытый клапан коллектора. Приводятся пороговые значения диагностических параметров, перечислены возможные причины отклонений в работе доильного аппарата и даны рекомендации по восстановлению его работоспособности.

Ключевые слова: *диагностирование, методика, доильная установка, доильный аппарат, расход воздуха.*

The article deals with the issues of assessing the technical condition of milking machines according to their air consumption using modern devices for checking milking machines and subsequent analysis of diagnostic data.

A number of agricultural enterprises still maintain a superficial approach to the means of mechanization of livestock farms and complexes. As a result of careless attitude to equipment, its improper operation and poor organization of maintenance, such enterprises suffer significant losses. The solution to this problem can be facilitated by the expansion of the practice of diagnosing milking equipment using specialized equipment, which makes it possible to determine with high accuracy the key parameters of the technical condition of milking machines. Of domestic samples, one should note the device for checking milking machines PPDU-01, which allows measuring the level of vacuum pressure in static and dynamic modes of operation of milking equipment, air consumption and the speed of the vacuum pump rotor.

To determine the air inflow through the milking machine into the milk transportation system of the milking unit, the PPDU-01 device implements an algorithm for an alternative method for measuring low air flow rates. This method is based on measuring the rate of vacuum pressure drop in the measuring tank due to the influx of air into it through the milking machine.

The article describes the method of taking measurements using the device for checking milking machines PPDU-01. The process of diagnosing a milking machine is described, including the measurement of such parameters as the total air flow in the milking mode, air leakage in the connections of the milking machine, air leakage through a closed manifold valve. Threshold values of diagnostic parameters are given, possible causes of deviations in the operation of milking machine are listed, and recommendations are given for restoring its performance.

Key words: diagnostics, technique, milking machine, milking apparatus, air consumption.

Введение

Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Эта отрасль дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для промышленности. Рост производства продукции животноводства, снижение затрат кормов и труда на единицу продукции затруднительны без рационального использования средств механизации технологических процессов на животноводческом предприятии [1].

К сожалению, в ряде сельскохозяйственных предприятий сохранился поверхностный подход к средствам механизации животноводческих ферм и комплексов. В результате небрежного отношения к технике, неправильной ее эксплуатации и плохой организации технического обслуживания такие предприятия несут существенные потери. Своевременная диагностика и обслуживание доильного оборудования позволяют избежать негативных последствий, проявляющихся в падении продуктивности и росте числа больных животных [2].

Решению этой проблемы может содействовать расширение практики диагностирования доильного оборудования с использованием специализированных инструментов, позволяющих с высокой точностью определять такие параметры технического состояния узлов доильной установки, как вакуумметрическое давление и расход воздуха [3]. Из отечественных образцов следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01, позволяющий измерять уровень вакуумметрического давления в статических и динамических режимах работы доильного оборудования, расход воздуха и частоту вращения ротора вакуумного насоса. Прибор включен в Государственный реестр средств измерений (сертификат № 11282) и допущен к применению на территории Республики Беларусь [4]. Однако, несмотря на широкий функционал прибора, ни в его руководстве по эксплуатации, ни в рекомендованной для студентов агроинженерных специальностей учебной литературе, не описана методика оценки технического состояния доильного аппарата по расходу им воздуха.

Основная часть

Прибор проверки доильных установок ППДУ-01 состоит из блока измерительного функционального БИФ-01, датчика расхода воздуха ДРВ-01, датчика частоты вращения ДСВ-01, комплекта принадлежностей и пластикового кейса для переноски.

Измерительный функциональный блок БИФ-01 является главной частью прибора ППДУ-01. На верхней панели блока (рис. 1) размещен сенсорный дисплей 2 с четырьмя кнопками управления 4 и системной кнопкой 5. Кнопка «Сеть» 3 используется для включения и выключения прибора. Ручка 6 служит для переноски блока, а также может быть использована в качестве подставки при необходимости расположить верхнюю панель под различными углами к горизонту.

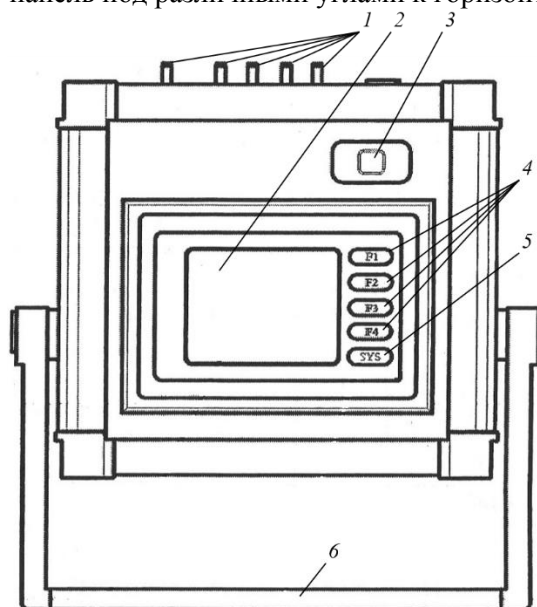


Рис. 1. Размещение элементов на верхней панели измерительного блока:
1 – штуцеры датчиков давления; 2 – дисплей; 3 – кнопка «Сеть»;
4 – кнопки управления «F1» – «F4»; 5 – системная кнопка «SYS»; 6 – ручка

На задней панели измерительного блока 11 (рис. 2) расположен разъем «5V» для подключения сетевого адаптера (блока питания). Подключение датчиков расхода воздуха ДРВ-01 и частоты вращения ДСВ-01 осуществляется через разъем «DAT». На задней панели также размещены входы (штуцеры) датчиков давления. Для измерения вакуумметрического давления используются входы «1», «2», «3» и «4». Вход «5» служит для измерения избыточного давления.

Измерительный блок прибора проверки доильных установок ППДУ-01 может работать как от сетевого адаптера 230/5 В, так и от встроенной аккумуляторной батареи, состоящей из четырех элементов питания NiMn типоразмера АА, емкостью 2500 мА/ч каждый. При работе прибора от аккумуляторной батареи степень ее заряда отображается на дисплее посредством графического индикатора. При полном заряде индикатор окрашен в зеленый цвет, при достаточном – в желтый. Если индикатор окрашен в красный цвет, то необходима зарядка аккумуляторной батареи.

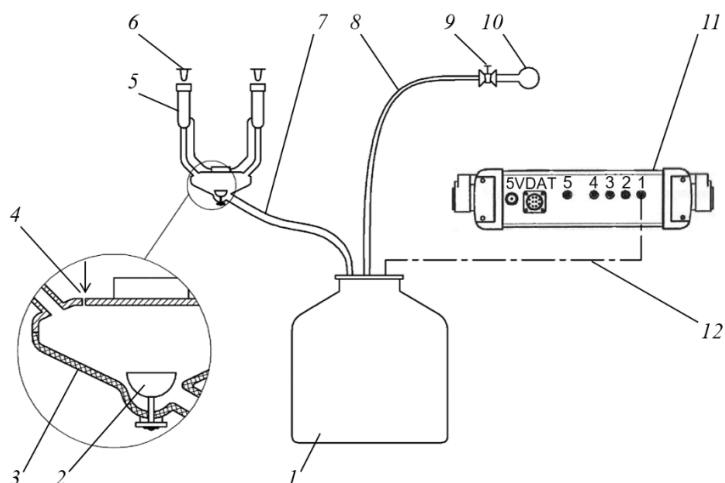


Рис. 2. Схема подключения прибора ППДУ-01 при определении расхода воздуха доильным аппаратом:
1 – мерный резервуар; 2 – клапан; 3 – коллектор; 4 – жиклер; 5 – доильные стаканы; 6 – заглушки; 7 – молочный шланг; 8 – вакуумный шланг; 9 – кран; 10 – вакуум-провод; 11 – измерительный блок; 12 – силиконовая трубка

Для определения притока воздуха через доильный аппарат в систему транспортирования молока доильной установки используется диагностический режим «ПРОСАЧИВАНИЕ» прибора ППДУ-01. В этом режиме алгоритм работы прибора представляет собой реализацию альтернативного метода измерения малых расходов воздуха, которые не могут быть с достаточной точностью определены датчиком расхода воздуха ДРВ-01. Принцип измерения базируется на определении скорости падения вакуумметрического давления в мерном резервуаре (доильном ведре) 1 (см. рис. 2) за счет притока в него воздуха, поступающего через жиклер 4 коллектора 3 доильного аппарата. Расчет расхода воздуха (л/мин) ведется по формуле:

$$q = \frac{60V \frac{p_{\text{кон}} - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}} \left(1 - \frac{p_0 - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}} \right)}{t}, \quad (1)$$

где V – объем мерного резервуара, л; p_0 – начальное давление в резервуаре, кПа; $p_{\text{нач}}$, $p_{\text{кон}}$ – давление в начале и конце отсчета времени t , кПа; $p_{\text{атм}}$ – атмосферное давление, кПа; t – интервал времени между замерами давлений $p_{\text{нач}}$ и $p_{\text{кон}}$, с.

Для выполнения измерения молочный шланг 7 доильного аппарата соединяют с пустым резервуаром 1, объем которого заранее известен, например, с доильным ведром. Резервуар, в свою очередь, через кран 9 подключают к вакуум-проводу 10 доильной установки. Для измерения давления внутри резервуара к нему посредством силиконовой трубки 12 подключают вход «1» измерительного блока 11 прибора ППДУ-01. Далее в приборе активируют режим «ПРОСАЧИВАНИЕ» (рис. 3) и кнопкой «F2» устанавливают объем резервуара из ряда 10, 15, 20, 25 и 30 л (выбранное значение объема отображается на экране слева от кнопки).



Рис. 3. Представление информации на дисплее при измерении расхода воздуха доильным аппаратом

После настройки объема резервуара измерение выполняют в следующей последовательности:

- 1) открывают кран 9 (см. рис. 2) и выжидают 10–15 с для установления постоянного давления в доильном аппарате и резервуаре 1;
- 2) нажимают на кнопку «F1», при этом на экран выводится сообщение «Ожидайте 5 секунд. Измеряется начальное давление»;
- 3) по окончании измерения значение начального давления отобразится в ячейке «P0» и на экран выведется сообщение «Отключите измерительный резервуар и нажмите клавишу старт»;
- 4) закрывают кран 9, нажимают на кнопку «F1», после чего на экране появляется сообщение «Ожидайте 12 секунд. Измеряется Pнач и Pкон»;
- 5) прибор замеряет начальное давление в резервуаре, ожидает 10 с и определяет конечное давление (оба измеренных значения отображаются на экране в ячейках «Pнач» и «Pкон» соответственно);
- 6) по окончании процесса измерения на экран автоматически выводится значение расхода воздуха доильным аппаратом.

Следуя вышеописанной последовательности при диагностировании доильного аппарата замеряют следующие параметры: Q_o – общий расход воздуха в режиме доения (отверстия доильных стаканов 5 закрыты заглушками 6, клапан 2 коллектора открыт); Q_{yc} – утечка воздуха в соединениях (отверстия доильных стаканов 5 закрыты заглушками 6, клапан 2 коллектора открыт, жиклер 4 закрыт пальцем); $Q_{ж}$ – утечка воздуха при закрытом клапане коллектора (отверстия доильных стаканов 5 открыты, клапан 2 коллектора закрыт).

Критически важным параметром доильного аппарата является величина подсоса воздуха через жиклер 4 (см. рис. 2) его коллектора 3. Это связано с тем, что доильный аппарат не только извлекает молоко из вымени, но и обеспечивает его подачу по молочному шлангу в доильное ведро или молокопровод. Продвижение молока осуществляется за счет воздуха, поступающего в коллектор через жиклер. При недостаточном поступлении воздуха в коллекторе и молочном шланге образуется застой молока, что нарушает рабочий процесс доильного аппарата и существенно снижает скорость доения.

Поскольку в режиме доения воздух может поступать доильный аппарат как через жиклер коллектора, так и подсасываться через негерметичные соединения, то фактическую величину потока именно через жиклер рассчитывают по формуле:

$$Q_{ж} = Q_o - Q_{yc}, \quad (2)$$

где Q_o – общий расход воздуха доильным аппаратом, л/мин; Q_{yc} – утечка воздуха в соединениях доильного аппарата, л/мин.

В исправном доильном аппарате поток воздуха через жиклер коллектора должен составлять $[Q_{ж}] = 4 \dots 10$ л/мин. Общий расход воздуха доильным аппаратом не должен превышать $[Q_o] = 12$ л/мин при утечке в соединениях не более $[Q_{yc}] = 2$ л/мин [5].

Наиболее частой причиной недостаточного потока $Q_{ж}$ воздуха через жиклер коллектора является его засорение. Механическая очистка отверстия или прорези для подсоса воздуха обычно устраняют эту проблему. При этом также следует проверить, чтобы доильный аппарат был скомплектован из соответствующих друг другу элементов (пульсатор, коллектор, доильные стаканы). Несоблюдение этого условия может не только повлиять на значение потока воздуха через жиклер, но и стать фактором риска повреждения сосков и вымени при доении [6].

В ряде случаев причиной недостаточного расхода воздуха через жиклер может являться неправильная сборка коллектора. Например, молочная камера коллектора доильного аппарата АДУ-1-01 внешне практически идентична молочной камере коллектора низковакуумного доильного аппарата АДУ-1-03. Единственным различием между ними является то, что камера АДУ-1-01 имеет щель для подсоса воздуха, а камера АДУ-1-03 – нет. При ошибочной установке молочной камеры от

коллектора АДУ-1-03 в доильный аппарат АДУ-1-01 подсос воздуха будет отсутствовать, что приведет к застою молока со всеми негативными последствиями.

Чрезмерная утечка воздуха Q_{yc} в доильном аппарате может происходить из-за поврежденного уплотнения между крышкой и корпусом коллектора, а также при неплотном соединении молочного шланга с коллектором или молокопроводом. Поврежденное или изношенное уплотнительное кольцо коллектора заменяют. Молочный шланг снимают и отрезают его огрубевшие концы. Новообразованные края шланга размягчают в горячей воде и снова соединяют с коллектором или молокопроводом.

Клапан 2 (см. рис. 2) коллектора служит для подачи и отключения разрежения из доильного ведра или молокопровода к подсосковым камерам доильных стаканов 5. Негерметичность клапана приводит к тому, что снятие доильного аппарата с вымени производится при наличии остаточного вакуума в доильных стаканах, т. к. притока воздуха в коллектор через жиклер 4 не хватает, чтобы полностью погасить разрежение, просачивающееся через неплотно закрытый клапан. Допускаемая величина утечки через закрытый клапан коллектора составляет $[Q_{ук}] = 2$ л/мин [5].

Причиной чрезмерной утечки воздуха через закрытый клапан коллектора (при исключении иных, описанных выше, видов утечек) является неплотное прилегание поверхности клапана к седлу. Работоспособность клапана восстанавливается заменой поврежденных или изношенных деталей.

Следует отметить, что в соответствии с современными программами технического обслуживания доильных установок такие их части, как прокладки крышек коллекторов, клапаны, молочные и вакуумные шланги, подлежат плановой замене. Для установок производства Республики Беларусь выполнение данных работ требуется через 1500–3000 ч наработки, для установок иностранного производства – через 750–1500 ч [3].

Заключение

Условием физиологичного доения является сокращение продолжительности воздействия разрежения на соски и вымя животного. Одним из факторов, увеличения продолжительности операции машинного доения, являются неисправности доильных аппаратов. Своевременное диагностирование доильного оборудования, выявление и устранение отклонений в его работе способствуют как повышению эксплуатационной надежности доильной установки, так и снижению риска травмирования вымени с последующим развитием тяжелых заболеваний.

Неисправности доильных аппаратов, связанные с нарушением расходов воздуха, трудно обнаружить, но в то же время легко устранить. Применение современных диагностических комплексов позволяет быстро и эффективно выявлять любые отклонения в работе доильного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
2. Крупенин, П. Ю. Анализ фазового портрета пульсаций доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Вестн. Барановичского гос. ун-та. Серия: Технические науки. – 2021. – № 2 (10). – С. 102–107.
3. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; подгот.: С. К. Карпович [и др.]; под общ. ред. С. К. Карповича. – Минск: БГАТУ, 2015. – 124 с.
4. Приборы проверки доильных установок ППДУ-01 // Государственный информационный фонд по обеспечению единства измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oei.by/grsi/view?id=4391357>. – Дата доступа: 04.04.2022.
5. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика: ГОСТ 28545-90 (ИСО 5707-83). – Введ. 01.07.1991. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 60 с.
6. Крупенин, П. Ю. Теоретическое обоснование параметров клапана в коллекторе доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец (гл. ред.) [и др.]. – Вып. 5. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 102–107.

ВЛИЯНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА НАГРУЖЕННОСТЬ ПРИВОДА ВОМ

И. И. БОНДАРЕНКО, В. Г. КОСТЕНИЧ, А. Ф. БЕЗРУЧКО, Е. А. ЦАПУК

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

В. А. БЕЛОУСОВ

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

(Поступила в редакцию 04.05.2022)

В Республике Беларусь политика в сфере сельскохозяйственного производства направлена на создание крупнотоварных сельскохозяйственных предприятий с полным циклом получения и переработки сельскохозяйственной продукции. Для реализации этого направления предприятия республики оснащены современными энергонасыщенными тракторами и сельскохозяйственной техникой, которые оснащены приводом рабочих органов от вала отбора мощности трактора. Показатели качества выполнения технологического процесса сельскохозяйственных машин с активным приводом, определяются и нормируются при постоянной частоте вращения вала отбора мощности трактора, при работе в независимом режиме.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения доли сельскохозяйственных операций с использованием агрегатов, имеющих активные рабочие органы (АРО). Также развитие конструкций сельскохозяйственных машин и агрегатов идет по пути увеличения количества и массы активных рабочих органов, усложнения схемы их привода, что приводит к возрастанию величины инерционных масс в трансмиссиях сельскохозяйственных машин и агрегатов. Работа трактора с такими сельскохозяйственными машинами и агрегатами характеризуется увеличением динамической нагруженности механизма привода вала отбора мощности (ВОМ), повышению износа фрикционных накладок ленточных тормозов и муфт включения при разгоне АРО. При проектировании и производстве механизмов привода ВОМ для новых моделей тракторов существует ряд задач, требующих решения: создание механизма привода ВОМ позволяющего использовать автоматическую систему управления работой, снижение нагруженности и повышение надёжности механизма привода ВОМ. Известно несколько механизмов привода вала отбора мощности, используемых в настоящее время на отечественных тракторах, рассмотрены наиболее часто встречающиеся.

В статье рассмотрены недостатки при агрегатировании трактора с сельскохозяйственными машинами с приводом от вала отбора мощности в конструкции которых имеются сухие или мокрые пары трения, предложена конструкция и дано описание принципа работы вала отбора мощности, содержащего гидравлическую машину.

Ключевые слова: трактор, вал отбора мощности, нагруженность, гидравлическая машина, активные рабочие органы.

In the Republic of Belarus, the policy in the field of agricultural production is aimed at creating large-scale agricultural enterprises with a full cycle of obtaining and processing agricultural products. To implement this direction, the enterprises of the republic are equipped with modern energy-saturated tractors and agricultural machinery, which are equipped with a drive of working bodies from the tractor's power take-off shaft. The quality indicators of the technological process of agricultural machines with an active drive are determined and normalized at a constant frequency of rotation of the tractor power take-off shaft, when operating in an independent mode.

Currently, there is a tendency to increase the share of agricultural operations using units with active working bodies. Also, the development of designs of agricultural machines and units goes along the path of increasing the number and mass of active working bodies, complicating the scheme of their drive, which leads to an increase in the value of inertial masses in the transmissions of agricultural machines and units. The operation of a tractor with such agricultural machines and units is characterized by an increase in the dynamic loading of the power take-off shaft (PTO) drive mechanism, an increase in wear of the friction linings of the band brakes and engagement clutches during the acceleration of active working bodies. When designing and manufacturing PTO drive mechanisms for new tractor models, there are a number of tasks that need to be solved: creating a PTO drive mechanism that allows the use of an automatic work control system, reducing the load and increasing the reliability of the PTO drive mechanism. There are several power take-off shaft drive mechanisms currently used on domestic tractors, the most common ones are considered.

The article discusses the shortcomings when aggregating a tractor with agricultural machines driven by a power take-off shaft in the design of which there are dry or wet friction pairs, a design is proposed and a description of the principle of operation of a power take-off shaft containing a hydraulic machine is given.

Key words: tractor, power take-off shaft, loading, hydraulic machine, active working bodies.

Введение

При проектировании и производстве механизмов привода вала отбора мощности для новых моделей тракторов существует ряд задач, требующих решения: создание механизма привода ВОМ, позволяющего использовать автоматическую систему управления его работой, снижение нагруженности и повышение надёжности механизма привода ВОМ.

Известно несколько типов механизмов привода вала отбора мощности, используемых в настоящее время на отечественных тракторах. Наиболее часто встречающийся – это механизм привода вала отбора мощности, состоящий из планетарного редуктора и плавающих ленточных тормозов, обеспечивающий передачу момента на вал отбора мощности при затянутом тормозе солнечной шестерни и отпущенном тормозе водила или блокировку вала отбора мощности при затянутом тормозе водила и отпущенном тормозе солнечной шестерни (пример ВОМ трактора Беларус-892 [1]).

В большинстве тракторов ведущих мировых производителей для включения ВОМ в механизме привода используются фрикционные муфты с гидравлическим управлением. Это позволяет работать с ВОМ при передаче повышенных мощностей без ухудшения условий работы оператора. Для управления фрикционной муфтой нашли применение пропорциональные клапанные регуляторы давления.

Одной из проблем, возникающих при включении ВОМ трактора, агрегатированного с сельскохозяйственной машиной имеющей активные рабочие органы (АРО) с большими моментами инерции вращающихся и поступательно движущихся узлов и деталей, является повышение динамической нагруженности механизма привода ВОМ, и трансмиссии самой сельскохозяйственной машины. Это приводит к снижению долговечности механизма привода ВОМ и ряду поломок.

Одним из способов снижения динамической нагруженности является управление процессом включения фрикционной муфты ВОМ по некоторому закону нарастания передаваемого муфтой момента. Для этого часто используются пропорциональные клапанные регуляторы давления. Одной из проблем использования пропорциональных клапанных регуляторов давления является низкая адекватность закона изменения регулируемого давления закону изменения управляющего сигнала. Также на нагруженность механизма привода ВОМ оказывает влияние материал накладок фрикционных дисков муфты ВОМ.

Основная часть

Рассмотрим особенности работы пропорционального клапанного регулятора давления. Совместные исследования, проводимые Белорусским государственным аграрным техническим университетом (БГАТУ) и Минским тракторным заводом (МТЗ), показали, что используемые пропорциональные клапанные регуляторы давления в полной мере не обеспечивают предъявляемых им требований. Анализ работы пропорциональных клапанных регуляторов давления при использовании его в качестве управляющего звена в гидросистеме фрикционной муфты ВОМ выявил следующие недостатки: не в полной мере обеспечивается задаваемый закон включения фрикционной муфты; существует несоответствие реальных данных и данных, заявленных заводом изготовителем. На рис. 1 представлена гидравлическая схема стенда для проведения испытаний пропорционального клапанного регулятора давления. В табл. 1 и 2 представлены некоторые результаты экспериментальных исследований.

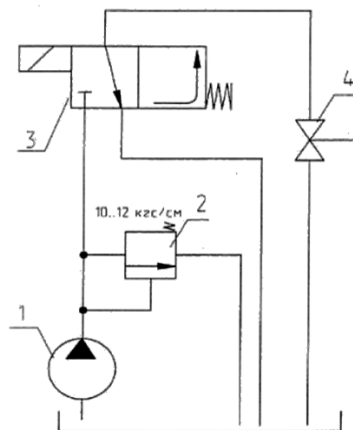


Рис. 1. Гидравлическая схема стенда для проведения испытаний пропорционального клапанного регулятора давления: 1 – шестерённый насос; 2 – предохранительный клапан; 3 – пропорциональный клапанный регулятор давления; 4 – кран

Таблица 1. Зависимости давления в магистрали управления от величины расхода рабочей жидкости

Величина тока в соленоиде, А	Температура рабочей жидкости, С	Величина расхода рабочей жидкости в магистрали управления, л/мин	Давление в магистрали управления, кгс/см ²	
			при увеличении расхода масла	при уменьшении расхода масла
0,4	20...25	0	2,5	2,7
		2	1,1	1,3
		5	1,1	1,1
0,6	20...25	0	6	6,5
		2	4,3	5,0
		5	4,1	4,1

Таблица 2. Зависимости давления в магистрали управления от величины тока управления на соленоиде

Величина расхода жидкости, л/мин	Температура рабочей жидкости, С	Величина тока в соленоиде, А	Давление в магистрали управления, кгс/см ²	
			при увеличении силы тока	при уменьшении силы тока
1...1,5	20...25	0,4	1,7	2,7
		0,8	7,8	9,3
		1	10,3	10,3
3...4	20...25	0,4	1,6	2,5
		0,8	7,6	8,4
		1	8,5	8,5

По результатам проведённых стендовых испытаний пропорциональных клапанных регуляторов давления можно сделать следующие выводы:

- давление в магистрали управления фрикционной муфтой зависит не только от величины управляющего сигнала на соленоиде, но и от расхода рабочей жидкости в магистрали управления;
- максимальный гистерезис по давлению в магистрали управления фрикционной муфтой при управлении током соленоида достигает 20 %.

На рис. 2, 3 представлены графики зависимости давления во фрикционной муфте и напряжения управления от времени.

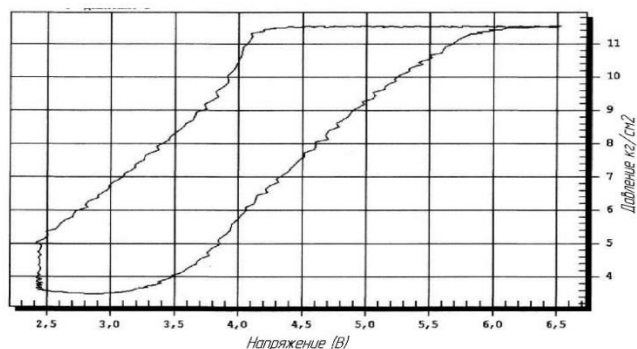


Рис. 2. График зависимости давления во фрикционной муфте от напряжения на соленоиде



Рис. 3. График зависимости напряжения управления и давления во фрикционной муфте от времени

Из рис. 2 видно, что при изменении управляющего сигнала наблюдается гистерезис по давлению, из рис. 3 также видно, что закон изменения давления в фрикционной муфте не соответствует закону изменения величины управляющего сигнала на соленоиде пропорционального клапанного регулятора давления и при нарастании напряжения (в промежутке времени 5,5–6 секунд) наблюдается скачок давления. Это обуславливается трением якоря и золотника пропорционального клапанного регулятора давления о корпус и нестабильностью давления при переменном расходе рабочей жидкости.

Решение этого вопроса возможно использованием системы автоматического регулирования с обратной связью по барометрическому давлению, однако, снизить величину гистерезиса процесса обратная связь полностью не позволяет. Так как коэффициент трения скольжения ниже, чем коэффициент трения покоя, решение этой проблемы предлагается использованием наложения на управляющий сигнал высокочастотной составляющей (18–20 Гц). Это позволит обеспечить постоянную вибрацию якоря с золотником, тем самым уменьшить коэффициент трения (перейти к динамическому коэффициенту трения), а вследствие чего снизить гистерезис пропорционального клапанного регулятора давления, повысить плавность включения фрикционной муфты ВОМ.

На рис. 4, 5 представлены графики зависимости давления в фрикционной муфте и напряжения управления от времени при наложении на управляющий сигнал высокочастотной составляющей.



Рис. 4. График зависимости напряжения управления и давления в фрикционной муфте от времени при использовании наложения высокочастотной составляющей

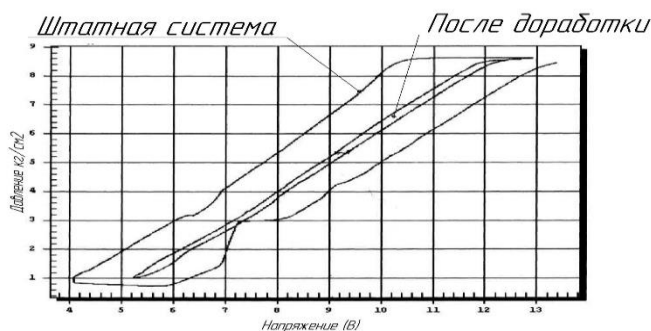


Рис. 5. График зависимости давления в фрикционной муфте от напряжения на соленоиде с использованием наложения высокочастотной составляющей и без наложения

Из графиков видно, что наложение высокочастотной составляющей на управляющий сигнал позволяет повысить соответствие закона изменения управляющего сигнала закону изменения давления в напорной магистрали фрикционной муфты, а также уменьшает гистерезис по давлению.

Рассмотрим влияние материала накладок фрикционных дисков муфты на нагруженность механизма привода ВОМ. Исследования процесса включения ВОМ проводились на стенде для испытаний

заднего ВОМ (рис. 6). Для исследования использовались фрикционные материалы трех типов: МК5, Miba, LVMD-55G.

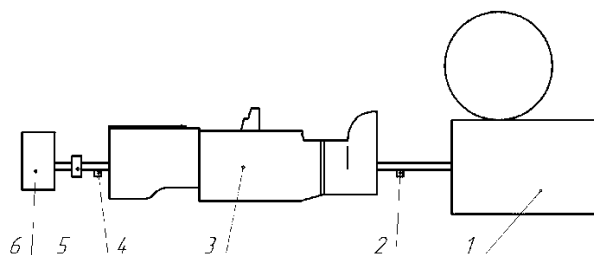


Рис. 6. Стенд для испытаний заднего ВОМ: 1 – приводная балансирующая машина; 2 – датчик частоты вращения; 3 – трансмиссия трактора; 4 – датчик частоты вращения хвостовика ВОМ; 5 – датчик крутящего момента (T2/5); 6 – повышающий редуктор с инерционной массой

От приводной балансирующей машины, работающей на номинальной частоте вращения двигателя трактора, через трансмиссию с помощью заднего ВОМ производился периодический разгон инерционной массы стэнда от 0 до 540 мин^{-1} и её последующая остановка. В процессе пуска ВОМ регистрировались следующие параметры: частота вращения хвостовика ВОМ; частота вращения приводной машины; крутящего момента на хвостовике ВОМ. В процессе разгона инерционной массы стэнда в механизме привода ВОМ возникают крутильные нагрузки, которые можно характеризовать величиной максимального (пикового) и среднего крутящих моментов на хвостовике ВОМ. Рассмотрим результаты испытаний каждого из материалов, приведенные на рис. 7.

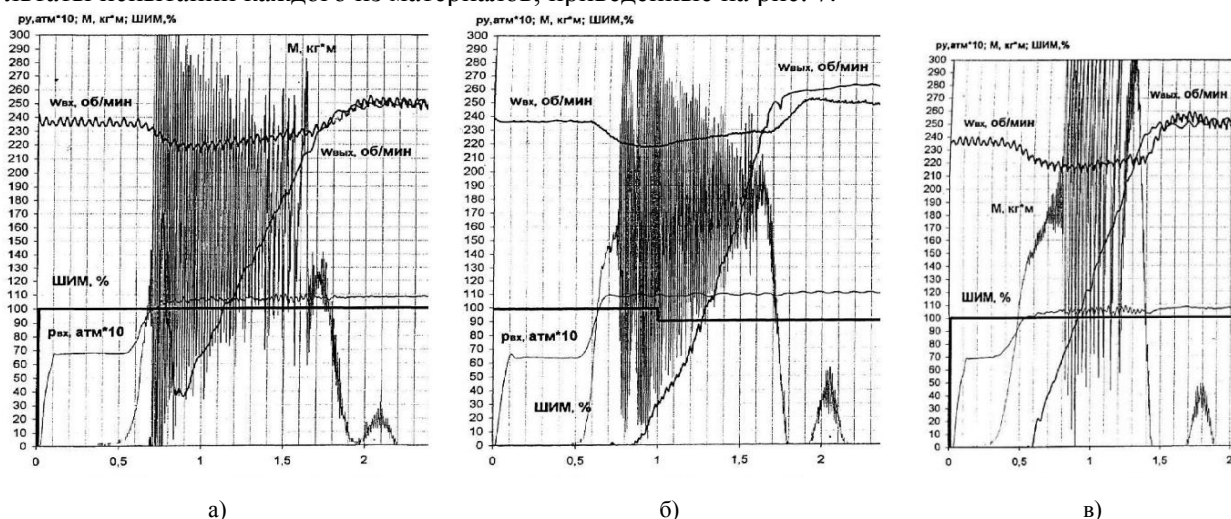


Рис. 7. Процесс пуска ВОМ с накладками: а) МК5, б) Miba, в) LVMD-55G

Материал МК5. При прямом пуске привода (рис. 7, а) пиковое значение крутящего момента, возникающее в момент соприкосновения дисков, составляет $4250 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а дальнейший разгон вала производится с моментом $1700 \text{ Н}\cdot\text{м}$. При этом время буксования составляет $1,3 \text{ с}$ при давлении на выходе клапана $1,1 \text{ МПа}$. Наименьшее давление, при котором происходит разгон привода, равно $0,445 \text{ МПа}$, при этом крутящий момент не превышает $1460 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а время буксования составляет $3,8 \text{ с}$. Наилучшее качество включения достигается при давлении на выходе клапана $0,515 \text{ МПа}$. При этом максимальный момент составляет $1900 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при величине среднего момента буксования $800 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а время буксования равно $2,9 \text{ с}$. Таким образом, исходя из условия не превышения крутящим моментом величины $2500 \text{ Н}\cdot\text{м}$, видим, что рабочий диапазон для систем регулирования, обеспечивающих разгон привода при постоянном уровне управляющего давления, составляет $0,445 \dots 0,576 \text{ МПа}$.

Материал Miba. При прямом пуске привода (рис. 7, б) пиковое значение крутящего момента составляет $4540 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а дальнейший разгон вала производится с моментом $1900 \text{ Н}\cdot\text{м}$. При этом время буксования составляет $1,2 \text{ с}$, а давление на выходе клапана составляет $1,1 \text{ МПа}$. Наименьшее давление, при котором происходит разгон привода, составляет $0,422 \text{ МПа}$, при этом крутящий момент не превышает $900 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а время буксования составляет $3,3 \text{ с}$. Наилучшее качество включения достигается при давлении на выходе клапана $0,488 \text{ МПа}$. При этом максимальный момент составляет $1140 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при величине среднего момента буксования $750 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а время буксования равно $2,7 \text{ с}$. Таким образом, исходя из условия не превышения крутящим моментом величины $2500 \text{ Н}\cdot\text{м}$, видим, что рабочий диапазон для систем регулирования, обеспечивающих разгон привода при постоянном уровне управля-

ющего давления, составляет 0,422...0,766 МПа.

Материал LVMD-55G. При прямом пуске привода (рис. 7, в) пиковое значение крутящего момента, возникающее в процессе буксования дисков, составляет 4280 Н·м, при средней величине крутящего момента 2100 Н·м. При этом время буксования составляет 1,1 с, а давление на выходе клапана – 1,04 МПа. Наименьшее давление, при котором происходит разгон привода, составляет 0,319 МПа. Наилучшее качество включения достигается при давлении на выходе клапана 0,459 МПа. При этом максимальный момент составляет 1940 Н·м, при величине среднего момента буксования 800 Н·м, а время буксования равно 2,5 с. Таким образом, исходя из условия не превышения крутящим моментом величины 2500 Н·м, видим, что рабочий диапазон для систем регулирования, обеспечивающих разгон привода при постоянном уровне управляющего давления, составляет 0,397...0,492 МПа. Анализ характеристик пуска заднего ВОМ различными типами фрикционных дисков показал: при прямых пусках все испытанные материалы не удовлетворяют требованиям по пиковым значениям крутящего момента на хвостовике; наилучшими характеристиками из испытанных материалов обладает материал Miba, т. к. имеет наибольший диапазон допустимого изменения управляющего давления системы от 0,422 до 0,766 МПа, при котором характеристики крутящего момента находятся в допустимых пределах; материал МК5, по сравнению с материалом LVMD-55G обладает большей стабильностью характеристик, о чем говорит меньшая величина колебаний характеристики крутящего момента; материал LVMD-55G можно характеризовать высокой чувствительностью к скорости относительного скольжения дисков, о чем свидетельствует резкое возрастание величины момента на хвостовике при приближении скорости буксования к нулю.

Заключение

Использование фрикционного материала Miba, обладающего наилучшими характеристиками из исследуемых материалов, позволяет снизить нагруженность механизма привода ВОМ, однако при прямом пуске все представленные материалы не удовлетворяют требованиям по предельным нагрузкам, тем самым подтверждается необходимость управления фрикционной муфтой ВОМ.

Наложения высокочастотной составляющей на управляющий сигнал при использовании пропорционального клапанного регулятора давления при управлении процессом включения фрикционной муфты ВОМ позволяет повысить адекватность закона изменения управляющего сигнала закону изменения давления в напорной магистрали фрикционной муфты, что, в дополнение к использованию фрикционного материала Miba, позволит добиться снижения динамической нагруженности механизма привода ВОМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко, И. И. Бортовой мониторинг степени выработки ресурса моторного масла колесных и гусеничных машин / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С. 10–14.
2. Бондаренко, И. И. Новый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Н. Г. Мальцев // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14–18 мая 2018 г.: в 2 т. / Беларус. нац. техн. ун-т; редкол.: Д. В. Капский [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 1. – С. 9–11.
3. Бондаренко, И. И. Диэлектрическая проницаемость как показатель степени выработки ресурса моторного масла / И. И. Бондаренко, Ю. Д. Карпиевич, Д. А. Русакевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 32–34.
4. Тракторы. Устройство. Техническое обслуживание. Ремонт. «Беларус» серия 1000–2000: учебное пособие / А. А. Пуховой, И. Н. Шило. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2012–779 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В РАЗРЕЗЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ЛЬНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В. В. АЗАРЕНКО, В. С. АСТАХОВ, С. В. КУРЗЕНКОВ, О. В. ГОРДЕЕНКО

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

(Поступила в редакцию 01.06.2022)

В статье отмечается достигнутый уровень развития льняной отрасли Республики Беларусь. Приведены основные производственные показатели льна-долгунца и уровень технической обеспеченности льняной отрасли, а также негативные факторы, сдерживающие дальнейшее ее развитие. Отмечается недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли по основным видам специализированных технических средств. Дан анализ технических средств, применяемых для уборки данной культуры, в том числе льноуборочных комбайнов, теребилок, оборачивателей, вспушивателей, пресс-подборщиков. Приведено обоснование актуальных направлений формирования усовершенствованной системы машин для уборки льна-долгунца, обеспечивающей повышение эффективности технологического процесса. Отмечено, что совершенствование системы льноуборочных машин необходимо для повышения производительности труда, сокращения потерь урожая льнотресты и семян, снижения эксплуатационных издержек путем разработки отечественных подборщиков-очесывателей и технических средств для отделения семенной части в линиях первичной переработки, а также конструктивного совершенствования льноуборочных комбайнов и средств для сушки и переработки семенного вороха.

В условиях ограничения торгово-экономических отношений с западноевропейскими странами происходит внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость льнопродукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции льноводства. Однако без производства полного комплекса машин не представляется возможным дальнейшее развитие льноводческой отрасли. Современная система машин и технологий для уборки льна-долгунца требует совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли по повышению качества и конкурентоспособности отечественной льнопродукции.

Ключевые слова: *техническая культура, лен-долгунец, техническое средство, льнокомбайн, теребилка, оборачиватель, пресс-подборщик, вспушиватель.*

The article notes the achieved level of development of the flax industry of the Republic of Belarus. The main production indicators of fiber flax and the level of technical support of the flax industry, as well as negative factors hindering its further development are given. There is an insufficient level of technical support of the industry according to the main types of specialized technical means. An analysis is given of the technical means used for harvesting this crop, including flax harvesters, haulers, turners, fluffers, and balers. A substantiation of the actual directions of the formation of an improved system of machines for harvesting fiber flax, which provides an increase in the efficiency of technological process, is given. It is noted that the improvement of the system of flax harvesters is necessary to increase labor productivity, reduce crop losses of flax and seeds, reduce operating costs through the development of domestic pick-up strippers and technical means for separating the seed part in the primary processing lines, as well as constructive improvement of flax harvesters and means for drying and processing of seed heap.

In the context of limited trade and economic relations with Western European countries, zonal farming systems are being introduced with the use of resource-saving technologies that reduce material and labor costs, the resource intensity of flax products, increase labor productivity and production efficiency of flax products. However, without the production of a full range of machines, it is not possible to further develop the flax industry. The modern system of machines and technologies for harvesting fiber flax needs to be improved due to changes in the economic conditions of production and new challenges for the industry to improve the quality and competitiveness of domestic flax products.

Key words: *industrial crop, fiber flax, technical tool, flax harvester, puller, turner, baler, fluffer.*

Введение

В настоящее время ко льну стали проявлять повышенный интерес в целом ряде стран. Благодаря научно-техническому прогрессу, открываются перспективы возделывания данной культуры. Ведь сегодня лен – поистине универсальное и одно из самых ценных растений. Лен и производные из него компоненты также являются важным сырьем для целого ряда производственных отраслей – медицины, строительства, химической, пищевой, автомобильной, военной промышленности [1, 2].

Республика Беларусь достигла определенного уровня развития льноводства, который позволяет обеспечивать перерабатывающее предприятие сырьем (табл. 1) [1, 2].

Таблица 1. Динамика изменения посевных площадей, урожайности и валового сбора льна-долгунца в Республике Беларусь

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Площадь посева, тыс. га	64	57	47,7	45,3	46,3	47	50	48,77	47,36	41,16
Валовой сбор волокна, тыс. т	52	45	48	40,5	41,3	42	40	46	47,7	35,7
Урожайность волокна, ц/га	9	8,4	10,7	10,3	9,4	9,2	8,7	9,4	10,2	8,6
Урожайность семян, ц/га	3,9	3,5	4,3	4,1	3,9	4	4,2	4,25	3,9	3,2
Урожайность льнотресты, ц/га	28,5	30,8	34,2	31,5	30,5	30	29,8	31,4	35,6	30,3

Из табл. 1 видно, что посевные площади льна-долгунца за последние 10 лет колеблются в пределах 41,16...64 тыс. га и в среднем составили 50 тыс. га. Урожайность льноволокна находится в пределах 8,4...10,7 ц/га и в среднем за 10 лет составила 9,39 ц/га, а среднее значение валового сбора волокна составил 43,8 тыс. т. Достигнутый уровень производства льняного волокна отечественными льнозаводами позволяет на 90 % обеспечить РУПТП «Оршанский льнокомбинат» по длинному волокну и на 100 % по короткому. Вместе с тем наблюдаются и негативные моменты. 2021 год показал, что в вопросах производства льна не все так стабильно. На фоне снижения общей посевной площади (-35,7 % в 2021 г. в сравнении с 2012 г.) снижение урожайности волокна (-4,4 % в 2021 г. в сравнении с 2012 г.) существенно повлияло на валовой сбор (-31,4 % в 2021 г. в сравнении с 2012 г.), который в 2021 г. составил 35,7 тыс. т, что составляет 81,5 % к среднему уровню за 10 лет.

В соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 февраля 2021 г. № 59 «О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы» одним из основных направлений дальнейшего развития льноводства в 2021–2025 годах является внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции льноводства. Одной из причин, сдерживающих развитие производства льна-долгунца в Республике Беларусь, на наш взгляд, является недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли по основным видам специализированных технических средств.

Цель исследований – анализ технических средств, используемых для уборки льна-долгунца в Республике Беларусь и их производителей.

Основная часть

Разработка и внедрение научно обоснованных зональных систем земледелия должны максимально учитывать почвенно-климатические и другие особенности конкретного хозяйства в данной зоне, и на их основе обосновывать технологию. Существующие в отечественной практике технологии уборки льна-долгунца можно классифицировать на комбайновую, раздельную и заводскую [2, 3, 4].

Комбайновая технология включает в себя следующие основные операции: теребление льна с одновременным очесом коробочек и расстилом соломки в ленты на льнице, оборачивание лент и их вспушивание, подъем и прессование льнотресты, погрузка рулонов в поле и транспортировка их к месту складирования. Отечественные льносеющие организации используют как прицепные, так и самоходные льноуборочные комбайны, характеристики которых приведены в табл. 2.

Таблица 2. Технические характеристики льнокомбайнов

Показатели	Прицепной		Самоходный
	ЛК-4А «Двина-4М»	КЛС-3,5 «ПАЛЕССЕ LS35»	Самоходный двух поточный льнокомбайн UNION
Производительность, га/ч, до	0,51	0,8	1,2
Ширина захвата, м	1,52	1,65	6
Рабочая скорость, км/ч,	6–10	8–10	8–10
Масса, кг	2100	6950	15000

На смену устаревшему комбайну ЛК-4А пришел «Двина-4М», который производят в ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод». Самоходные льноуборочные комбайны КЛС-3,5 производства ОАО «Гомсельмаш» [5] не показали эффективной работы и были сняты с производства. Бельгийская фирма UNIO производит двухпоточные льноуборочные комбайны, попытка производства которых была налажена в ОАО «Лидаагромаш» под маркой «Лида-U 30». Однако из-за высокой стоимости данные комбайны не нашли широкого применения в Республике Беларусь.

Для подготовки льнотресты к уборке в период вылежки в Беларуси используются однопоточные прицепные оборачиватели ОЛ-140 производства ОАО «Бобруйскагромаш», а также самоходные оборачиватели ОЛЛ-1 выпускаемые РПДУП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и ОСЛ-1 выпускаемые ОАО «Щучинский ремонтный завод», двухпоточные оборачиватели «Лида-GE240» (табл. 3) [6, 7]. Они применяются после расстила лент для ускорения сушки льносоломы и в процессе вылежки для получения однородной по цвету тресты. Допускается использование оборачивателей непосредственно перед подъемом льнотресты. В результате применения повышается качество волокна, сокращается время приготовления тресты.

Таблица 3. Технические характеристики оборачивателей льна

Показатели	Прицепной	Самоходный	
	ОЛ-140 «Долгунец»	DEHONDT однопоточный	DEHONDT двух поточный
Производительность, га/ч, до	1,2	1,3	2,5
Ширина захвата, м	1,5	1,5	3
Рабочая скорость, км/ч,	8	15	15
Масса, кг	980	–	–

Для отрыва лент льнотресты и льносоломки от поверхности почвы с целью их просушки перед последующим вязанием рулонированием применяются вспушиватели лент льна ВЛК-3, ВЛН-4,5 производства ОАО «Бобруйскагромаш» и ВВЛ-3,4 производства РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (табл. 4).

Таблица 4. Технические характеристики вспушивателей льна

Показатели	ВЛК-3	ВЛН-4,5	ВВЛ-3,4
Производительность, га/ч, до	2,53	2,8	3,1
Ширина захвата, м	4,5	4,5	3
Рабочая скорость, км/ч,	7–9	7–9	6–12
Масса, кг	542	не более 1100	860

Для подбора льнотресты и образования рулонов используются пресс-подборщики. Первый специализированный пресс-подборщик сделали прицепным к МТЗ-82. Он выпускался на ОАО «Бобруйскагромаш» под названием ПРЛ-150 [9]. В 2009 году на базе НПЦ по механизации сельского хозяйства французская компания организовала производство первого самоходного однопоточного пресс-подборщика ПРС-1. Технические характеристики пресс-подборщиков для льнотресты даны в табл. 5.

Таблица 5. Технические характеристики пресс-подборщиков льна

Показатели	Прицепные		Самоходные	
	ПРЛ-150	ППЛ-1	Однопоточный ПРС-1	двухпоточный DEHONDT
Производительность, га/ч, до	0,62	0,6	0,8	1,6
Ширина захвата, м	1,3	1,2	1,3	2,5
Рабочая скорость, км/ч,	8–10	6–12	до 15	до 16
Масса, кг	2700	3150	4200	7100

Погрузка и разгрузка рулонов производится погрузчиком А-527 (производительностью 6,75 т/ч) производства ОАО «АМКОДОР», а для транспортировки рулонов к месту складирования – транспортная тележка ПСТ-10 или СТС-12 производства ОАО «Бобруйскагромаш» или МАЗ-53360 с прицепом МАЗ-837810.

Раздельная технология уборки льна включает в себя следующие основные операции: теребление льна с расстилом соломки в ленты на льнище, подбор лент льна с очесом коробочек, оборачивание лент и их вспушивание, подбор и прессование льнотресты, погрузка рулонов в поле и транспортировка их к месту складирования [3]. Основным отличием раздельной технологии уборки от комбайновой является разделение технологической операции теребления с очесом на теребление с укладкой лент на льнище с последующим подбором с очесом. В связи с чем возникает потребность в соответствующем комплексе машин. Для обеспечения льносеющих хозяйств республики в Беларуси наладили производство навесных теребиллок ТЛН-1,9 производства ГП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ЛТС-2 и ЛТС-2,4 выпускаемых ОАО «Щучинский ремонтный завод». Некоторые передовые хозяйства закупили теребилки иностранного производства, значительно отличающиеся производительностью и эксплуатационной надежностью (табл. 6) [9].

Таблица 6. Технические характеристики теребиллок льна

Показатели	Навесные	Самоходные двух-поточные			
	ТЛН-1,9	ЛТС-2	ТСЛ-2,4	DEHONDT ADE18	Union GX220
Производительность, га/ч, до	1,5	1,2–1,7	1,58–2,4	2,5	2,4
Ширина захвата, м	1,9	2,4–2,8	2,4	2,4	2,6
Рабочая скорость, км/ч,	6,4–8,4	до 15	до 15	20	18
Масса, кг	334	6800	6815	9500	10460

Следует отметить, что для теребления без очеса можно использовать льноуборочные комбайны как прицепные, так и самоходные, для чего отключают очесывающие аппараты и поднимают их максимально вверх. Что касается обеспеченности хозяйств подборщиками-очесывателями, то в этом направлении Республика Беларусь полностью зависит от иностранных поставщиков (NECANY 2008 и двухпоточный подборщик-очесыватель DEPORTERE), поскольку собственного производства этих машин не налажено.

Отличие заводской технологии уборки льна от раздельной заключается в том, что отделение семенной части урожая от стеблей производится в линиях первичной переработки льна на заводах. Линии первичной переработки отечественного производства для выполнения этой операции не приспособлены [3, 10]. Такую технологию уборки могут применять только те заводы, на которых установлены линии первичной переработки иностранного производства Van Dommele или Deportere оборудованные очесывающими устройствами.

Заключение

1. Посевная площадь льна-долгунца в льносеющих хозяйствах Республики Беларусь за последние годы установилась на уровне 50 тыс. га и по прогнозам специалистов, в ближайшие годы существенно меняться не будет. Этот тезис подтверждается «Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2021–2025 годы». Одной из причин, сдерживающих дальнейшее развитие производства льна-долгунца в Республике Беларусь, является недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли по основным видам специализированных технических средств.

2. Основными разработчиками специализированных технических средств для уборки льна-долгунца в Беларуси является РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (навесные теребилки ТЛН-1,9, самоходные оборачиватели ОЛЛ-1, впусшители лент льна ВВЛ-3,4 и самоходные однопоточные пресс-подборщики ПРС-1), ОАО «УКХ «БобруйскАгромаш» (однопоточные прицепные оборачиватели ОЛ-140, впусшители лент льна ВЛН-4,5, пресс-подборщики ПРЛ-150 и прицепы СТС-12), ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод» (льноуборочный комбайн «Двина-4М») и ОАО «Щучинский ремонтный завод» (самоходные теребилки ЛТС-2,4).

3. Для уборки льна-долгунца также применяются теребилки GX220 (Бельгия); ADE18 (Франция) и другие машины. Для приготовления и сбора льнотресты широкое применение нашли оборачиватели GX240 (Бельгия); TD516 (Франция), а также подборщики GX250 и Metal-Fach (Бельгия); EA618 (Франция).

4. В условиях ограничения торгово-экономических отношений с западноевропейскими странами, происходит внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость льнопродукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции льноводства. Однако без производства полного комплекса машин не представляется возможным дальнейшее развитие льноводческой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
2. Цайц, М. В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. С. Алексеенко // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул, 15–16 февраля 2018 года / ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет». – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 202–203.
3. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. – Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
4. Ковалев, В. Б. Прогрессивная технология уборки и реализации льна / В. Б. Ковалёв // Лен и конопля. – 1983. – № 2. – С. 18–21.
5. Комбайн льноуборочный самоходный КЛС-3,5. Инструкция по эксплуатации. – Гомель: ПО «Гомсельмаш», 2005. – 87 с.
6. Оборачиватель лент льна самоходный ОЛЛ-1. Руководство по эксплуатации ОЛЛ-1.00.00.000 РЭ. – Минск: РДПУП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Б по механизации сельского хозяйства», 2009. – 37 с.
7. Оборачиватель лент льна ОЛ-1М. Техническое описание и инструкции по эксплуатации. – Лида: ПООО «Техмаш», 2003. – 13 с.
8. Пресс-подборщик ПРЛ-150. Руководство по эксплуатации ПРЛ-1,5 00.00.000. – Бобруйск: ОАО «БОБРУЙСКАГРОМАШ», 2008. – 73 с.
9. Льнотеребилка самоходная двухпоточная ЛТС-2. Руководство по эксплуатации. – Минск: РДПУП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Б по механизации сельского хозяйства», 2009. – 28 с.
10. Смирнов, А. Н. Инновации в агропромышленном комплексе РМЭ: проблемы и пути решения / А. Н. Смирнов, А. И. Волков, Х. Б. Ахмадуллин // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. – Чебоксары, 2019. – С. 449–454.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЧВОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ВЕДОМЫХ КОЛЁС

Г. И. ГЕДРОИТЬ, С. В. ЗАНЕМОНСКИЙ, В. Г. КОСТЕНИЧ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: kaf.tia@bsatu.by

В. А. БЕЛОУСОВ

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

(Поступила в редакцию 01.06.2022)

В условиях современного сельского хозяйства увеличиваются площади сельскохозяйственных предприятий, мощность используемых тракторов, расширяется номенклатура используемых машин. Опорные колёса последних работают в ведомом режиме. При этом нагрузка на них может достигать нескольких тонн. У транспортных и транспортно-технологических агрегатов по одному следу может проходить 4...5 колёс, давление в контакте колёс машин с опорным основанием может в несколько раз превышать аналогичное давление под трактором. При этом возможности увеличения размеров колёс ограничены. Поэтому важно оценить наиболее доступные способы улучшения показателей взаимодействия пневматических шин сельскохозяйственных машин с почвой.

Исследования выполнены на базе аналитической модели, учитывающей свойства почвы (несущая способность, коэффициент объёмного смятия), нормальную нагрузку на колёса, ширину, диаметр, высоту профиля шин, кривизну шин в поперечной плоскости, их деформацию. Модель может быть применена для расчёта параметров взаимодействия с почвой одиночного колеса, совершающего первый проход, а также любого колеса, движущегося по следу предшествующих. Анализируется изменение глубины следа, силы сопротивления качению. В последнем случае учитываются составляющие силы сопротивления качению от деформации почвы и шины.

Установлено, что увеличение диаметра шин рациональнее проводить путём увеличения высоты профиля, а не изменением посадочного диаметра. Увеличение ширины шин целесообразно осуществлять при сохранении значения стрелы дуги протектора. При заданной ширине протектора необходимо стремиться сделать беговую дорожку шин более плоской. Без изменения размеров шин существенные результаты даёт увеличение относительной деформации шин. Конструкция известных шин допускает деформацию профиля в пределах 0,15...0,30 от его высоты.

Ключевые слова: шина, деформация почв, сопротивление качению, параметры шин.

In the conditions of modern agriculture, the areas of agricultural enterprises are increasing, the power of the tractors used is increasing, the range of used machines is expanding. The support wheels of the latter work in a driven mode. In this case, the load on them can reach several tons. For transport and transport-technological units, 4 ... 5 wheels can pass along one track, the pressure in the contact of wheels of the machines with the support base can be several times higher than the same pressure under the tractor. At the same time, the possibilities for increasing the size of wheels are limited. Therefore, it is important to evaluate the most affordable ways to improve the performance of pneumatic tires of agricultural machines with the soil.

The studies were carried out on the basis of an analytical model that takes into account soil properties (bearing capacity, volumetric collapse coefficient), normal wheel load, width, diameter, height of the tire profile, tire curvature in the transverse plane, and its deformation. The model can be used to calculate the parameters of interaction with the soil of a single wheel making the first pass, as well as any wheel moving along the trail of the previous ones. The change in the depth of the track, the force of rolling resistance is analyzed. In the latter case, the components of rolling resistance force from soil and tire deformation are taken into account.

It has been established that it is more rational to increase the diameter of tires by increasing the height of the profile, and not by changing the landing diameter. It is advisable to increase the tire width while maintaining the value of the tread arc arrow. For a given tread width, it is necessary to strive to make the tire tread flatter. Without changing the size of the tires, significant results are obtained by increasing the relative deformation of the tires. The design of known tires allows deformation of the profile within 0.15...0.30 of its height.

Key words: tire, soil deformation, rolling resistance, tire parameters.

Введение

Исследованию процесса взаимодействия ходовых систем машин с опорным основанием посвящены труды В. В. Кацыгина, В. В. Гуськова, В. А. Скотникова, А. М. Кононова, Я. С. Агейкина, В. А. Русанова, М. И. Ляско, В. П. Бойкова, Н. А. Орды и др. [1, 2].

При моделировании процесса взаимодействия колеса с опорной поверхностью в основном получили распространение плоские расчетные схемы. Процессы взаимодействия рассматриваются в продольной плоскости колеса применительно к колесу единичной ширины. Значения показателей взаимодействия по ширине колеса принимаются постоянными. Использование такого подхода в ряде ситуаций оправдано ввиду того, что позволяет упростить решение задачи. Однако возникают ситуации, когда необходимо более точно учитывать конструктивные особенности шин и форму поверхности контакта. При обосновании параметров ходовых систем необходимо учитывать энергозатраты на передвижение в полевых и дорожных условиях, уровень воздействия ходовых систем на почву.

Исследования в области взаимодействия колёс с почвой посвящены преимущественно работе единичного колеса. Большинство работ посвящено исследованию взаимодействия колесного движителя с деформируемой опорной поверхностью. Их основной целью является определение показателей деформации шины и почвы, сопротивления качению, силы тяги, показателей уровня воздействия на почву и др. Работы отличаются описанием зоны контакта колеса с опорным основанием, принятыми закономерностями изменения нормальных и касательных напряжений в контакте, допущениями.

Большой объём исследований процесса взаимодействия с почвой многоосных ходовых систем выполнен школой В. В. Кацыгина. В частности, глубоко разработаны теоретические основы деформирования и уплотнения почв многоосными ходовыми системами [3]. Систематизированы варианты деформирования почв под ходовыми системами, предложены аналитические зависимости для расчёта показателей взаимодействия при повторных нагрузках на почву, исследовано влияние изменения количества колёс ходовой системы на свойства почвы. Учитываются диаметр, ширина, жёсткость шин. Зависимости получены для однотипных движителей.

Использование тракторов и сельскохозяйственных машин на полевых работах по современным технологиям связано с проблемой отрицательного воздействия их ходовых систем на почву. Для количественной оценки результата названного воздействия наиболее распространены в различных сочетаниях такие показатели как плотность, твердость, пористость, структурный состав почвы, сопротивление почвы обработке, глубина следа, качество выполнения последующих операций, урожайность сельскохозяйственных культур.

Цель настоящей работы – оценить и проанализировать влияние основных размеров шин (диаметр, посадочный диаметр, ширина и высота профиля, радиус кривизны в поперечной плоскости, радиальная деформация) на силу сопротивления качению и глубину следа.

Основная часть

Определить глубину следа и силу сопротивления качению любого колеса многоколесной ходовой системы можно при решении уравнений [4]:

для глубины следа

$$h = \frac{\sigma_0}{K} \operatorname{arth} \frac{G_{\text{пл}}}{2b_0\sigma_0\sqrt{(2R-\lambda)\Delta} \left(\sqrt{\frac{\lambda}{\Delta}-1} + \frac{\lambda}{\Delta} \arcsin \sqrt{\frac{\Delta}{\lambda}} \right)} - h_{s1}; \quad (1)$$

$$G = \frac{\alpha b_0 \sigma_0^2}{K} \sqrt{\frac{2R-h-\lambda}{\Delta}} \ln \frac{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} (h_{s1} + h)}{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} h_{s1}} + G_{\text{пл}}; \quad (2)$$

для силы сопротивления качению

$$P_f = P_{f_{\text{п}}} + P_{f_{\text{ш}}}; \quad (3)$$

$$P_{f_{\text{п}}} = \frac{2b_0\sigma_0^2}{K} \ln \frac{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} (h_{s1} + h)}{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} h_{s1}}; \quad (4)$$

$$P_{f_{\text{ш}}} = K_{\text{ш}} B_{\text{к}} \lambda, \quad (5)$$

где h – глубина следа; σ_0 – несущая способность почвы; K – коэффициент объёмного смятия почвы k , приведённый к размерам колеса; $2b_0$ – ширина беговой дорожки шины; Δ – стрела дуги протектора (высота беговой дорожки шины); λ – радиальная деформация шины; R – свободный радиус колеса; h_{s1} – средняя остаточная глубина следа от предшествующих колёс; α – расчётный коэффициент; G – нормальная нагрузка на колесо; $G_{\text{пл}}$ – часть нагрузки, воспринимаемая в плоской части контакта шины с почвой; P_f – сила сопротивления качению колеса; $P_{f_{\text{п}}}$ – составляющая силы сопротивления качению из-за деформации почвы; $P_{f_{\text{ш}}}$ – составляющая силы сопротивления качению из-за деформации шины; $B_{\text{к}}$ – ширина плоской зоны контакта шины с почвой; $K_{\text{ш}}$ – давление шины на дорогу при нулевом значении давления воздуха в шине.

Модель построена, исходя из предпосылки, что поверхность контакта шины с почвой представляет собой усечённый эллиптический параболоид, а распределение нормальных давлений в контакте подчиняется закону гиперболического тангенса [5]. Более подробно методика, а также частные случаи, изложены в литературных источниках [4, 6].

Как следует из приведенной выше модели, значения силы сопротивления качению и параметров следа зависят от ряда факторов. Оценим степень влияния конструктивных параметров шин на показатели взаимодействия колёсных ходовых систем с почвой, так как через эти факторы можно наиболее активно влиять на результат взаимодействия.

На рис. 1...5 приведены расчётные зависимости влияния конструктивных параметров шин на глубину следа и силу сопротивления качению. В качестве исходного варианта приняты размеры, соответствующие шине 22/70-20 [4, 7]: диаметр $D = 1,3$ м, стрела дуги протектора $\Delta = 0,07$ м, высота профиля шины $H = 0,396$ м, ширина профиля шины $B = 0,560$ м, допустимая деформация шины $[\lambda] = 0,089$ м, ширина беговой дорожки шины $2b_0 = 0,46$ м, посадочный диаметр шины $d = 0,508$ м. Расчёт проведён для случая качения колёс по слежавшейся пахоте ($k = 10 \cdot 10^7$ Н/м³, $\sigma_0 = 8,6 \cdot 10^5$ Н/м²) при нагрузке на колесо 30 кН.

Увеличение диаметра шин на почвах даёт положительный эффект (рис. 1). Важен способ увеличения диаметра. При увеличении диаметра путём повышения высоты профиля шины ($H/B = 0,3 \dots 0,9$) происходит существенное снижение P_f и h . Это связано с тем, что при принятой постоянной относительной деформации шины ($\lambda/H = 0,23$) увеличение высоты профиля шины позволяет повысить и абсолютное значение её деформации, т. е. увеличить размеры пятна контакта и снизить жёсткость шины. Если высота профиля не изменяется, а рост диаметра шины происходит из-за увеличения посадочного диаметра, то глубина следа практически остаётся постоянной, т. к. удлинение пятна контакта при равной деформации шины компенсируется уменьшением приведённого коэффициента объёмного смятия почвы, зависящего от размеров колеса. Увеличение ширины профиля шины при постоянном значении стрелы дуги протектора Δ , равном 0,07 м, позволяет уменьшить и глубину следа, и силу сопротивления качению (рис. 2).

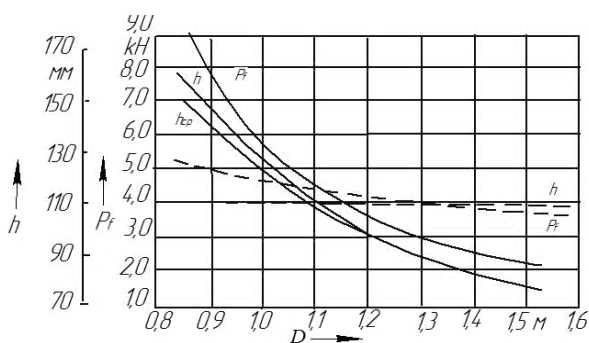


Рис. 1. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от диаметра шины: сплошные – увеличение D путём изменения H ($d = \text{const}$), штриховые – увеличение D путём изменения d ($H = \text{const}$)

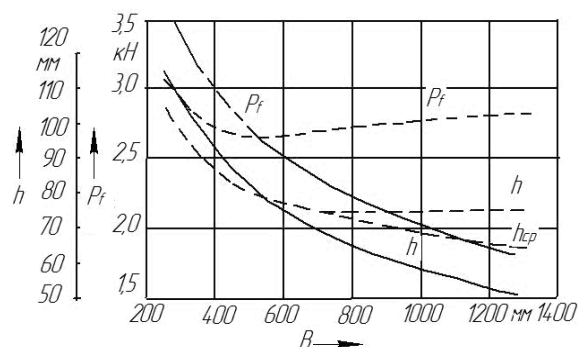


Рис. 2. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от ширины профиля шины: сплошные – $\Delta = \text{const}$, штриховые – $\Delta/B = \text{const}$

Например, увеличение ширины профиля шины B в два раза (с 600 до 1200 мм) приводит к снижению глубины следа и силы сопротивления качению примерно в 1,35...1,4 раза. В то же время увеличение ширины шины при одновременном увеличении стрелы дуги проектора по закономерности $\Delta/B = 0,13 = \text{const}$ незначительно влияет на максимальную глубину следа уже при $B > 600$ мм. Средняя глубина следа $h_{\text{ср}}$ при этом продолжает снижаться. Такой характер кривых объясняется тем, что при росте значений стрелы дуги протектора деформация шины меньше этого значения и в сечении следа уменьшается доля плоской зоны контакта. Из-за роста объёма деформируемой почвы сила сопротивления качению при этом растёт.

Рассмотренный пример показывает существенность влияния кривизны шин в поперечной плоскости на показатели взаимодействия с почвой. Влияние кривизны проектора, зависящей при постоянной ширине профиля от значений стрелы дуги проектора, показано на рис. 3. Другие размеры шины соответствуют исходному варианту. Наблюдается близкая к линейной зависимости показателей взаимодействия от значения стрелы дуги протектора Δ . Следовательно, уменьшая кривизну беговой дорожки шины, можно значительно снизить силу сопротивления качению колеса и глубину следа при неизменных габаритах шин. Результат от увеличения относительной деформации шины при постоянных её размерах (рис. 4) соизмерим с результатом от увеличения габаритов шины. Конструкции известных шин допускают деформацию профиля преимущественно в пределах 0,15...0,30 от его высоты. Как правило, при снижении отношения H/B относительная деформация шины увеличивается. Результаты расчёта такого варианта показаны на рис. 5.

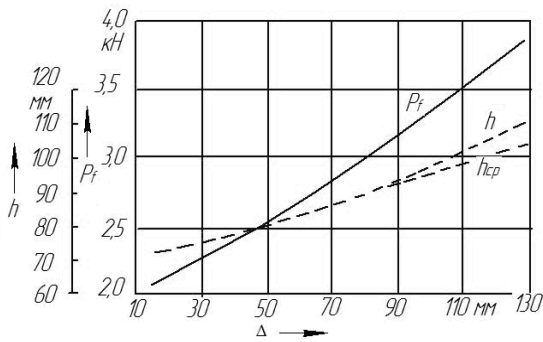


Рис. 3. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от кривизны беговой дорожки шины

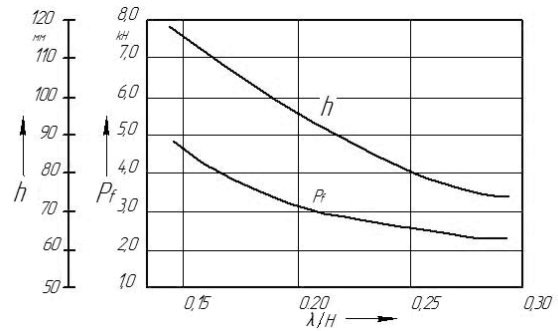


Рис. 4. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от относительной деформации шины ($D = \text{const}$, $d = \text{const}$)

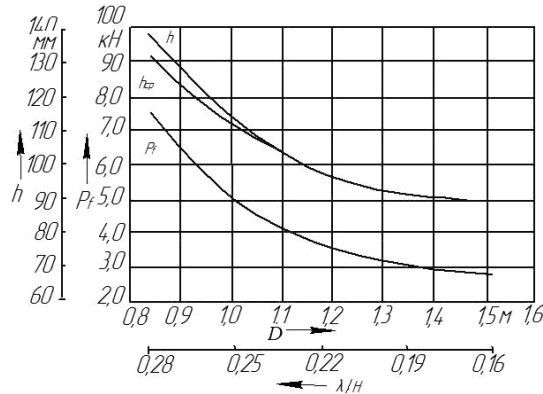


Рис. 5. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от диаметра шины и её относительной деформации ($d = \text{const}$, $H = \text{var}$, $\lambda/H = \text{var}$)

В данном случае при увеличении высоты профиля шины ($H/B = 0,3 \dots 0,9$) пропорционально уменьшалась и относительная деформация шины соответственно в пределах $0,28 \dots 0,16$. Сравнивая полученные результаты с данными рис. 1 (сплошные линии), видим, что интенсивность уменьшения P_f и h в зависимости от диаметра в рассматриваемом случае примерно в 1,4 раза ниже, что указывает на необходимость поиска путей увеличения радиальной деформации шин.

При увеличении размеров шин и улучшении их деформационных характеристик существенно снижаются глубина следа и сила сопротивления качению машин в полевых условиях. Сила сопротивления качению в полевых условиях снижается при совпадении колеи. Уменьшение силы сопротивления качению происходит и при дальнейшем уширении шин.

Заключение

Изменение диаметра и ширины шин позволяет снизить глубину следа и силу сопротивления качению ведомых колёс. При этом эффективнее увеличивать диаметр путём повышения высоты профиля шин, сохраняя постоянное значение относительной деформации, а при увеличении ширины шин не увеличивать значение размера стрелы дуги протектора.

Показатели взаимодействия колёс с почвой можно существенно улучшить без изменения габаритов шин путём увеличения радиуса кривизны шин в поперечной плоскости и улучшения их деформационных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скотников, В. А. Проходимость машин / В. А. Скотников, А. В. Пономарев, А. В. Климанов. – Минск: Наука и техника, 1982. – 328 с.
2. Романюк, Н. Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств: [монография] / Н. Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2020. – 198 с.
3. Орда, А. Н. Сопротивление почв / А. Н. Орда. – Минск: БГАТУ, 2002. – 94 с.
4. Гедроить, Г. И. Взаимодействие с почвой многоколёсных ходовых систем / Г. И. Гедроить, А. Г. Гедроить, А. Д. Чететкин // Агропанорама. – 2012. – № 5. – С. 2–7.
5. Кацыгин, В. В. Основы теории выбора оптимальных параметров сельскохозяйственных машин и орудий / Вопросы сельскохозяйственной механики / В. В. Кацыгин. – Минск: Урожай, 1964. – Т. 13. – С. 5–147.
6. Гедроить, Г. И. Сопротивление качению ведомых пневматических колёс / Г. И. Гедроить // Агропанорама. – 2010. – № 1. – С. 26–30.
7. Гедроить, Г. И. Объёмы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г. И. Гедроить, С. В. Занемонский // Агропанорама. – 2021. – № 3. – С. 2–7.

АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВОРОХА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

В. С. АСТАХОВ, В. В. АЗАРЕНКО, С. В. КУРЗЕНКОВ, О. В. ГОРДЕЕНКО, В. И. КОЦУБА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: kozuba1975@mail.ru*

(Поступила в редакцию 06.06.2022)

Существенным недостатком в процессе уборки льна комбайном является повышенное содержание путанины в ворохе. При уборке в фазе ранней желтой спелости льноворох содержит до 60 % путанины влажность, которой достигает до 80 %. Это приводит к повышенному расходу топлива на сушку, дополнительному загрязнению окружающей среды, снижению посевных качеств семян и затягиванию сроков уборки. На сушку вороха расходуется до 60 % топлива от всего объема, затрачиваемого на уборочные операции.

Предполагаемая сепарация вороха на комбайне предусматривает сбор и отдельную транспортировку путанины и льновороха. В связи с этим разработка устройств, осуществляющих отдельную транспортировку путанины и мелкого льновороха в тракторный прицеп, является актуальной задачей.

Приведенный в статье анализ конструкций для сбора и перемещения материалов, сходных по физико-механическим свойствам к вороху льна, показал, что наиболее эффективным является всасывающе-нагнетательный пневмотранспортер. Установлено, что вопросы теории движения вороха в пневмоустановках рассматривались однобоко, склоняясь к использованию установок нагнетательного типа и в основном применительно к транспортированию несепарированного льновороха. При этом процесс перемещения мелкого льновороха пневматическим способом оказался практически не изученным. При выборе пневмотранспортирующего устройства для льноуборочного комбайна следует учитывать, что пневмотранспортер должен органично вписываться в существующую схему комбайна с роторным сепаратором, иметь малую энерго- и металлоемкость, и низкие динамические нагрузки, перемещать мелкий льняной ворох с минимальными потерями при любых условиях уборки. Наиболее перспективным рабочим органом для сбора и транспортировки мелкого льновороха являются пневмоустановки смешанного типа, которые сочетают преимущества как всасывающих, так и нагнетательных вентиляторов.

Ключевые слова: *ворох льна, транспортирующее устройство, пневмотранспортер, радиальный вентилятор, нагнетательный поток, пневмоустановка.*

A significant disadvantage in the process of harvesting flax with a combine is the increased content of entangled flax in a heap. When harvested in the phase of early yellow ripeness, flax heap contains up to 60 % of entangled flax, the moisture of which reaches up to 80 %. This leads to increased fuel consumption for drying, additional environmental pollution, reduced sowing qualities of seeds and delays in harvesting. Up to 60 % of fuel from the total volume spent on harvesting operations is consumed for drying the heap.

The proposed separation of the heap on the combine provides for the collection and separate transportation of mud and flax heap. In this regard, the development of devices that carry out separate transportation of mud and small flax heap into a tractor trailer is an urgent task.

The analysis in the article of structures for collecting and moving materials similar in physical and mechanical properties to a heap of flax showed that the most effective is a suction-pressure pneumatic conveyor. It has been established that the issues of the theory of heap movement in pneumatic installations were considered one-sidedly, tending to the use of injection-type installations and mainly in relation to the transportation of unseparated flax heap. At the same time, the process of moving a small flax heap in a pneumatic way turned out to be practically unexplored. When choosing a pneumatic conveying device for a flax harvester, it should be taken into account that the pneumatic conveyor must organically fit into the existing scheme of a combine with a rotary separator, have low energy and metal consumption, and low dynamic loads, move a small flax heap with minimal losses under any harvesting conditions. The most promising working bodies for collecting and transporting small flax heaps are mixed-type pneumatic plants that combine the advantages of both suction ventilators and blowers.

Key words: *flax heap, conveying device, pneumatic conveyor, radial fan, discharge flow, pneumatic installation.*

Введение

В настоящее время в Беларуси механизированная уборка льна-долгунца на семенные цели осуществляется преимущественно с применением льноуборочных комбайнов ЛК-4А, «Двина-4М» или КЛС-3,5 и подборщиков-очесывателей фирм DEPORTERE и NECANY 2008.

Применяемые в Беларуси льнокомбайны не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ним современным сельскохозяйственным производством, особенно это относится к очесывающе-транспортирующему модулю, на котором происходят значительные повреждения стеблей и семенных коробочек. Общие невозвратимые потери семян для льнокомбайна ЛК-4А составляют в среднем 6,63 %, при его работе на короткостебельном льне – до 24,2 %, на полеглом стеблестое – до 60 %. Очесывающе-транспортирующий модуль комбайнов ЛК-4А и «Двина-4М» формирует ворох льна с содержанием стеблей в виде путанины до 70 % от общей массы и не обеспечивает распределения вороха в прицепе [1, 2, 3].

Выгрузной ленточный транспортер ЛК-4А и «Двина-4М» подает ворох и сбрасывает его в переднюю часть прицепа, не разравнивая. При работе без помощника комбайнера простои льноуборочного агрегата из-за остановок для разравнивания вороха достигают 18–20 % от времени чистой работы, поэтому для разравнивания вороха обычно задействованы люди, что является грубым нарушением правил техники безопасности [3, 4].

С целью исследований возможных способов транспортирования вороха льна и рабочих органов транспортирующего действия проведем анализ физико-механических свойств вороха льна как объекта транспортирования, а также анализ пневмотранспортирующих устройств [5].

Основная часть

Исследования перемещения компонентов вороха льна воздушным потоком в горизонтальных и наклонных пневмопроводах выполнены И. В. Барановым. Материал для проведения опытов был отсортирован и состоял из однородных частиц – семенных коробочек льна (влажность $W = 14\%$, скорость витания $v_{\text{вит}} = 8$ м/с) или семян льна ($W = 10\%$, $v_{\text{вит}} = 5,2$ м/с). Движение семенных коробочек в трубе снимали при средних скоростях воздуха 11,5; 15,5; 17,0; 19,0 и 24,5 м/с, а семян льна – при скоростях 11,5 и 23,0 м/с с помощью видеокамеры СКС-1М-16. При этом массовая концентрация аэро-смеси составляла $\mu_m = 0,1-0,3$.

Анализ экспериментальных данных позволил И. В. Баранову установить следующее:

1. Частицы материала движутся прямолинейно, параллельно стенкам трубы, совершая лишь незначительные колебания в вертикальной плоскости.
2. Частицы движутся с различными скоростями, причем, как правило, располагающиеся ближе к продольной оси трубы, частицы имеют большую скорость, чем находящиеся у стенок или на стенках.
3. При движении частицы вращаются как вокруг вертикальных, так и горизонтальных осей.
4. Неравномерность распределения скоростей движения компонентов вороха объясняется переменным значением скорости воздуха вдоль поперечного сечения материалопровода [6].

Анализируя эксперименты автора по пневматическому транспортированию компонентов вороха, прослеживается узкая направленность данных исследований. В своих работах [6, 7, 8] И. В. Баранов не учитывал, что семенные коробочки льна после их очеса механизмом гребневого типа в большинстве представляют собой тела шарообразной формы с осями различной длины. В результате скорость витания коробочек льна оказалась заниженной. Это позволяет сделать вывод о целесообразности более детальной классификации компонентов льновороха с целью получения достоверных данных для практических расчетов.

С. Г. Порфирьевым, В. Г. Мозгуновым, В. И. Смирновым и др. авторами был разработан льноуборочный комбайн (рис. 1), совмещающий очес семенных коробочек аппаратом щелевого типа и подачу вороха в бункер пневмотранспортером нагнетательного типа [9].

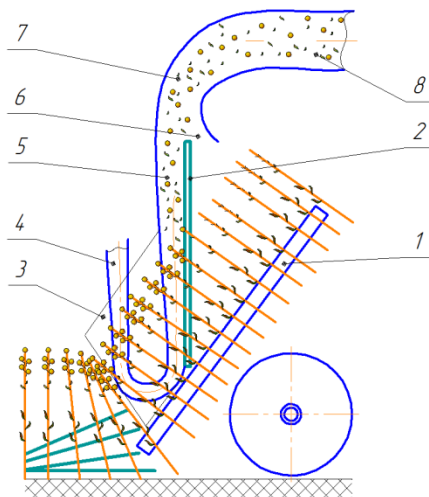


Рис. 1. Схема теребильно-очесывающей секции льноуборочного комбайна с очесывающим аппаратом щелевого типа:

- 1 – теребильно-зажимной ручей; 2 – очесывающее устройство; 3 – направляющий козырек; 4 – воздуховод;
5 – приемник вороха; 6 – эжекционное окно; 7 – отвод; 8 – материалопровод

Особенностью комбайна является очес стеблей непосредственно в воздушном потоке за счет того, что очесывающая камера является частью пневмотранспортера.

В. И. Смирнов продолжил и развил основные идеи И. В. Баранова, который исследовал смешанную и нагнетательную схемы пневматического транспортирования льновороха. Он принял за оптимальный вариант – нагнетательную схему пневмоустановки. По его мнению, основным достоинством такой схемы является отсутствие разрушения семенных коробочек и повреждения льносемян [9]. Такой вывод был основан на том, что семенные коробочки в нагнетательной схеме пневмоустановки не подвержены механическому воздействию, так как не проходят через рабочее колесо вентилятора. В то время как в смешанной схеме с использованием вентилятора бокового всасывания степень разрушения семенных коробочек достигает 3,6–10,6 % и потеря всхожести семян составляет 1,75–3,70 % [6]. Однако В. И. Смирновым не был исследован процесс повреждения семенных коробочек и семян льна при их движении по материалопроводу, особенно в отводах, где такие явления имеют место (при $R_{от} < 1 > 5$ м). Следовательно, вывод автора о том, что семенные коробочки разрушаются при прохождении через вентилятор и не разрушаются в трубопроводе является спорным, а отсутствие в производстве вентиляторов-сепараторов для перемещения легкоповреждаемых материалов не позволяло провести полное исследование смешанной схемы пневмотранспорта в соответствии с агротехническими требованиями.

К существенным недостаткам нагнетающих пневмоустановок, ограничивающих круг их применения, относятся: сложность конструкции загрузочных устройств, дополнительный привод шлюзового затвора и повышенные требования к герметичности пневмосистемы [10].

Исследованию конструкций вентиляторов бокового всасывания посвящены работы С. Б. Ерофеева, Х. А. Зияева, В. Г. Бережного, Н. А. Артыкова и других исследователей.

В принципиальных схемах вентиляторов и пневмосепараторов предусмотрены специальные устройства, частично предохраняющие материал от соприкосновения с лопатками рабочего колеса [11].

В пневмотранспортной системе хлопкоуборочной машины СХМ-48 применялся радиальный вентилятор с сепарирующим диском (рис. 2, а). В этом вентиляторе сепарирующий диск 1 предотвращает удары транспортируемого материала о лопасти 2. При работе вентилятора хлопок, попадая из всасывающего воздуховода на сепарирующий диск, отбрасывается к стенкам корпуса 3 и далее воздушным потоком, перемещается в бункер хлопкоуборочной машины [6]. К существенным недостаткам этого вентилятора следует отнести низкий коэффициент полезного действия, забивание поверхности сепарирующего диска, повреждение хлопковых семян, обусловленное большой скоростью удара транспортируемого материала о сепарирующий диск. На использование данной конструкции накладывается ограничение – линейные размеры перемещаемых частиц должны быть больше, чем диаметр отверстий сепарирующего диска, что сильно сужает круг применения данного типа вентилятора.

Для предотвращения соприкосновения материала с рабочим колесом в конструкции вентилятора бокового всасывания машины ХВС-1,2 использовался вход по касательной (рис. 2, б). Такое исполнение входного отверстия позволило материалу из всасывающего патрубка 6 перемещаться по инерции в спиральном корпусе 5, минуя рабочее колесо 2 и, смешиваясь с воздушным потоком, переноситься к нагнетательному патрубку 4. В этой конструкции велика паразитная циркуляция воздуха, следовательно, вентилятор имеет низкий КПД.

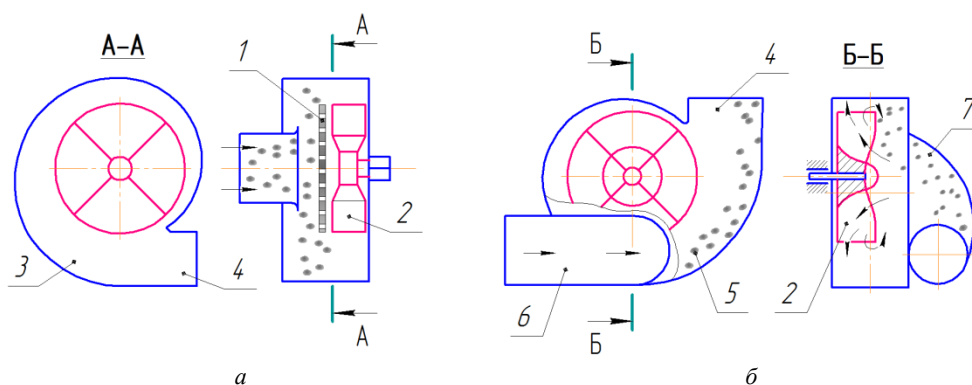


Рис. 2. Радиальный вентилятор с сепарирующим диском (а) и радиальный вентилятор с касательным входом (б):
1 – сепарирующий диск; 2 – лопасть; 3 – стенка корпуса; 4 – нагнетательный патрубок; 5 – спиральный корпус;
6 – всасывающий патрубок; 7 – касательный вход

При этом требуется отметить, что возможность соприкосновения части пневмосмеси с лопатками рабочего колеса в вентиляторах СХМ-48М и ХВС-1,2 полностью не исключена. Кроме того, материал ударяется о стенку спирального корпуса на участке поворота к нагнетательному патрубку. Поэтому повреждение семян в машине СХМ-48М составляет 1,32 %, а в ХВС-1,2 – 2,5 % [12, 13].

Вентилятор, схема которого приведена на (рис. 3, а), состоит из спирального корпуса 1, ведомого колеса 2, имеющего центральное отверстие с диаметром, равным входному диаметру рабочего коле-

са, на котором консольно закреплены лопатки 3, и заднего ведущего колеса 4 с обтекателем 5. Диски с помощью болтов крепятся на определенном расстоянии друг от друга.

При работе вентилятора воздух через межлопаточные каналы нагнетается к выходному патрубку. Материал, сохраняя прямолинейное движение, по инерции проходит через центральное отверстие диска, скользя по обтекателю. Центробежная сила откидывает его в свободное пространство корпуса и вместе с воздухом выносит наружу. Исследования показали, что надежная транспортировка материала обеспечивается при скорости ($v \geq 20-25$ м/с) и массовой концентрации пневмосмеси ($\mu_m = 0,3$). Повреждаемость семян хлопка не превышает 2% и максимальный КПД вентилятора составляет ($\eta_{max} = 0,5$) [14]. К основным недостаткам данного вентилятора относят соударение отсепарированного материала о болты крепления дисков, зависание хлопка при длительном режиме работы.

Аналогичное назначение имеет вентилятор с лопатками «двойного профиля» (рис. 3, б). Воздушный поток в вентиляторе равномерно распределяется по всей поверхности лопаток. Материал, вследствие большого удельного веса, сначала перемещается в осевом направлении, затем он движется к заднему диску колеса и, скользя по поверхности плавного обтекателя, попадает в каналы, образованные загнутыми назад лопатками 3. После этого материал выбрасывается в спиральный корпус 1 и вместе с воздушным потоком направляется в нагнетательный патрубок 7.

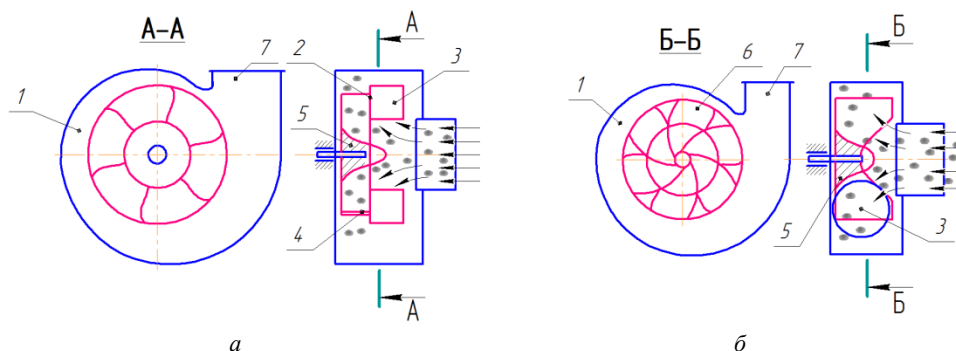


Рис. 3. Радиальный вентилятор с консольными лопатками (а) и радиальный вентилятор с лопатками «двойного» профиля (б):

1 – спиральный корпус; 2 – ведомое колесо; 3 – лопатка; 4 – ведущее колесо; 5 – обтекатель; 6 – рабочее колесо; 7 – нагнетательный патрубок

Лопатки загнуты назад под углом ($\beta_2 = 25^\circ$), что позволило при скорости воздуха ($v = 37$ м/с) снизить повреждение хлопковых семян на 1%. Вентилятор имеет относительно высокий КПД [13].

Однако в настоящее время влияние массовой концентрации пневмосмеси на механическую повреждаемость семян при $\mu_m > 0,1$ не изучено. Основным недостатком вентилятора является конструктивная сложность изготовления лопаток «двойного» профиля.

Для перемещения частиц, которые нельзя подвергать механическому воздействию или вызывающих значительный износ лопаток и дисков рабочих колес, используют «смерчевой» вентилятор (рис. 4, а). Рабочий процесс вентилятора протекает следующим образом. Перед вращающимся колесом 2 в основной части спирального корпуса 1 возникает интенсивное круговое течение воздуха, аналогичное атмосферному вихрю-смерчу. Благодаря круговому течению основная часть воздуха, следовательно, и различных примесей, проходит через вентилятор, мимо рабочего колеса. Исследования с чайными листьями показали, что не все листья увлекались смерчевым потоком, большая часть их проходила через рабочее колесо вентилятора [12, 14].

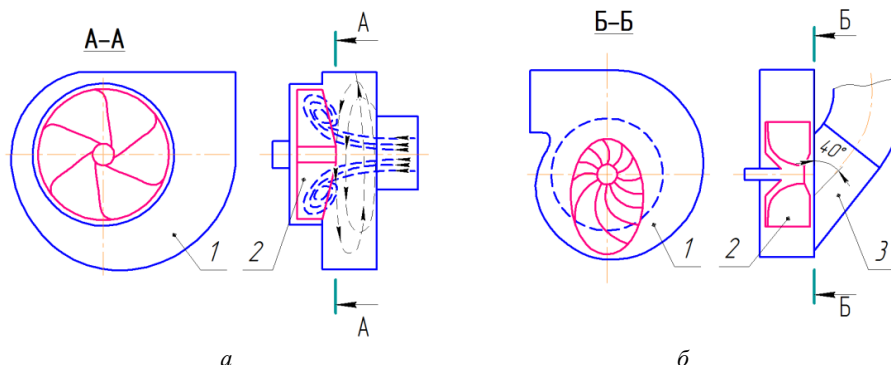


Рис. 4. Смерчевой вентилятор (а) и радиальный вентилятор с угловым эллиптическим входом (б):

1 – спиральный корпус; 2 – рабочее колесо; 3 – колено

Одним из усовершенствований конструкции радиального вентилятора было применение углового эллиптического входа (рис. 4, б). Принцип работы вентилятора заключается в следующем. Материал из-за большого (в 80–100 раз) удельного веса по сравнению с воздухом сохраняет в колесе 3 прямое движение, вдоль стенки трубы, попадает в спиральный корпус 1, минуя колесо 2, что снижает повреждаемость семян хлопка в пневмотранспортной системе машины 14XB-2,4 до 2,58–3,61%, а в машине ХН-3,6 до 1,09 % [10].

Недостатком этой конструкции является большое количество колес во всасывающей части пневмосистемы, что значительно увеличивает аэродинамическое сопротивление материалопровода. Применение эллиптического входа усложняет конструкцию всасывающего патрубка и увеличивает габариты пневмоустановки.

На стационарных машинах для обеспечения высокой технологической и аэродинамической эффективности используются вентиляторы, исключающие повреждение перемещаемого материала (рис. 5). Применение в конструкциях этих вентиляторов полого вала позволяет отделять перемещаемый материал от воздушного потока благодаря аэродинамическим, инерционным и центробежным силам без механического воздействия [15]. Главным недостатком конструкции вентиляторов-сепараторов является большой габаритный размер по высоте, что не позволяет их применять на мобильных агрегатах. Использование полого вала в значительной степени усложняет элементы приводного устройства.

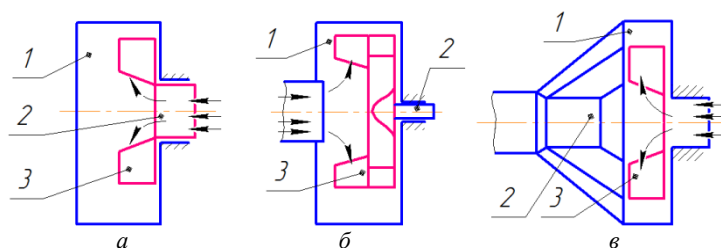


Рис. 5. Вентилятор-сепаратор (ВС-1) с поворотом потока на 90° (а), вентилятор-сепаратор (ВС-2) с поворотом потока на 90° (б) и прямоточный вентилятор с коническим переходником (в):
1 – корпус; 2 – пологий вал; 3 – рабочее колесо

Одним из наиболее простых и эффективных способов уменьшения повреждаемости материала является применение лопаток с эластичными накладками в сочетании с рационально подобранными геометрическими и кинематическими параметрами вентилятора. Исследованиями установлено, что эластичные рифленые накладки, прикрепленные к лопастям рабочего колеса только с одной стороны, снижают повреждаемость семян хлопка до 0,5 % [11].

Основным достоинством смешанной пневмоустановки является сочетание положительных качеств как всасывающих, так и нагнетающих систем [16].

Простота конструкции, компактность, небольшая масса, малый шумовой эффект и высокая производительность системы свидетельствует о целесообразности ее использования на уборочных машинах для перемещения мелкого льновороха. При сепарации грубого вороха на льнокомбайне в сборный бункер просыпаются коробочки, семена и мелкие примеси. Конструктивная схема бункера должна обеспечивать процесс поступления максимального количества мелкого вороха к входному окну вентилятора и органично вписываться в конструкцию комбайна.

Второй проблемой пневмотранспортирования льняного вороха является низкая сыпучесть и высокая склонность к сводообразованию в приемном бункере.

Процесс движения сыпучих материалов в различных конструкциях бункеров подробно рассмотрен многими исследователями [17, 18, 19]. Основной причиной перебоев являются образующиеся у выгрузного отверстия устойчивые своды, которые приводят к прекращению истечения сыпучего материала и к зависанию его в бункере [20].

Мелкие фракции льновороха по своим физико-механическим свойствам близок к сыпучим материалам. На многих сельскохозяйственных машинах (сеялках, машинах для внесения минеральных удобрений и т. д.) применяются различные типы механических побудителей: лопастные, шнековые, вибрационные и т. п. Основная их функция – разрушение свода возле выгрузного отверстия бункера [19]. Использование рационального типа активатора (сводоразрушителя) в сборном бункере на комбайне позволяет уменьшить его габаритный размер по высоте и создать благоприятные условия для

сбора мелкого льновороха возле входного окна вентилятора. Однако, теоретически этот вопрос практически не разработан [19].

Заключение

При выборе пневмотранспортирующего устройства для льноуборочного комбайна должны учитываться следующие условия: пневмотранспортер должен органично вписываться в существующую схему комбайна с роторным сепаратором, иметь малую энерго- и металлоемкость, и низкие динамические нагрузки, перемещать мелкий льняной ворох с минимальными потерями при любых условиях уборки (высокая влажность льновороха и повышенное содержание примесей).

Наиболее перспективным рабочим органом для сбора и транспортировки мелкого льновороха являются пневмоустановки смешанного типа, которые сочетают преимущества как всасывающих, так и нагнетательных. Однако отсутствие в производстве современных вентиляторов, минимально повреждающих перемещаемый материал, не позволяет оснащать льноуборочные комбайны пневмотранспортерами смешанного типа.

Существенной проблемой также является сводообразование в приемном бункере пневмотранспортера. Обоснование рационального типа активатора (сводоразрушителя) позволит создать благоприятные условия для сбора мелкого льновороха возле входного окна вентилятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голод, Л. Е. Выращивание льна-долгунца. Проект Tacis FD RUS 9504 «Поддержка сельскохозяйственных структур на областном уровне» / Л. Е. Голод. – М., 1999. – 208 с.
2. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
3. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеев, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
4. Зимин, Е. М. Влияние силы воздушного потока на перемещение зерновки в транспортном канале аэрожелоба / Е. М. Зимин, Е. П. Румянцев // Труды Костромской СХА; Кострома. Изд. КГСХА. – 1998. – Вып. 56. – С. 59–63.
5. Артемьев, В. Г. Основы совершенствования пружинно-транспортирующих рабочих органов и их использование в различных технологических процессах растениеводства и животноводства: автореф. дис... докт. техн. наук / В. Г. Артемьев. – Саратов, 1996 – 48 с.
6. Баранов, И. В. О движении льняного вороха и семян льна в пневмотранспортных трубопроводах / И. В. Баранов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1964. – №4. – С. 47.
7. Баранов, И. В. К расчету транспортирования льняного вороха пневматическим способом / И. В. Баранов // Тракторы и сельхозмашины. – 1963. – №6. – С. 30–32.
8. Баранов, И. В. Исследование процесса пневмотранспорта льняного вороха и его компонентов: автореф. дисс... канд. техн. наук / И. В. Баранов. – Москва, 1966. – 26 с.
9. Смирнов, В. И. Исследование процесса сбора и транспортирования вороха в льноуборочном комбайне с очесывающим аппаратом щелевого типа: автореф. дис... канд. техн. наук / В. И. Смирнов. – Ленинград-Пушкин, 1978. – 16 с.
10. Артыков, Н. А. Пневмотранспорт легкоповреждаемых материалов / Н. А. Артыков. – Ташкент: Фан, 1984. – 152 с.
11. Зияев, Х. А. Исследование и разработка центробежного вентилятора с лопатками нового типа для хлопкоуборочных машин: автореф. дис... канд. техн. наук / Х. А. Зияев. – Ташкент, 1967. – 20 с.
12. А.с. 638298 Вентилятор-сепаратор. / Латипов К.Ш., Артыков Н.А. и др. – Оpubл. в БНИ – №47, 1978. – 2 с.
13. А.с. 915823 Вентилятор-сепаратор. / Артыков Н.А. – Оpubл. в БНИ – №12, 1982. – 2 с.
14. Некоторые результаты исследования пневмотранспортных систем хлопкоуборочных машин 14ХВ-2,4 и ХН-3,6 / А. Г. Арзумянц, Н. Б. Барер, Э. А. Пилюганова [и др.]//Механизация хлопководства. – 1974. – №8. – С. 3–5.
15. Зильберман, П. Н. Новое в пневмотранспорте хлопкоуборочных машин / П. Н. Зильберман, Ю. К. Мелькумов // Механизация хлопководства. – 1961. – №10. – С. 13–16.
16. Разумов, И. М. Псевдооживление и пневмотранспорт сыпучих материалов / И. М. Разумов. – М.: Химия, 1972. – 240 с.
17. Алферов, К. В. Бункерные установки. Проектирование, расчет и эксплуатация / К. В. Алферов, Р. Л. Зенков. – М.: Машгиз, 1955. – 308 с.
18. Василенко, П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин П. М. Василенко / П. М. Василенко. – Киев: УАСН, 1960 – 283 с.
19. Гячев, Л. В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах / Л. В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1968. – 184 с.
20. Венков, Р. Л. Механика насыпных грузов, (основы расчета погрузочно-разгрузочных и транспортных устройств) / Р. Л. Венков. – М.: Машиностроение, 1964. – 251 с.

РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ К ОПРЫСКИВАТЕЛЮ С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИМИ СЕКЦИЯМИ ДЛЯ ЛЕНТОЧНОГО ИЛИ ОБЪЕМНОГО ВНЕСЕНИЯ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ

А. И. ФИЛИППОВ, А. А. АУТКО

*УВО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: kafmehan@mail.ru*

С. И. КОЗЛОВ, К. Л. ПУЗЕВИЧ

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

(Поступила в редакцию 08.06.2022)

Для эффективного и рационального использования средств защиты растений в настоящее время, необходимо уделять большое внимание разработке теории и методов конструирования рабочих органов и параметров машин, обеспечивающих снижение расхода рабочих растворов и одновременно более точное попадание на обрабатываемые растения как с наружной, так и с внутренней поверхности. При использовании современных технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, определяющим фактором является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новыми конструктивными решениями, способствующих максимальному уничтожению сорной растительности на всех фазах роста и развития возделываемой культуры. Поэтому планируется создать новые типы рабочих органов, обладающих возможностью полного механического уничтожения сорной растительности, а также для повышения действия рабочих растворов, биопрепаратов и растворимых микроудобрений и устройство для нанесения на растения жидких растворов объемным способом, обеспечивающее одновременную обработку препаратами нижнюю и верхнюю часть листьев.

В настоящей статье приводится описание опрыскивателя с телескопическими секциями и его гидравлической схемой, которым можно проводить как ленточное, так и объемное внесение рабочих растворов при междурядной обработке пропашных культур. Опрыскиватель рекомендуется использовать в составе культиватора для междурядной обработки почвы или как отдельной сельскохозяйственной машиной, например при возделывании картофеля, борьбе с колорадским жуком, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев, а так же качественно обрабатывать растения картофеля биологическими препаратами и подкармливать жидкими минеральными удобрениями, что является одной из актуальных задач при возделывании картофеля с минимальной пестицидной нагрузкой в режиме экологического земледелия.

Ключевые слова: *опрыскиватель, комбинированный, телескопические секции, ленточное или объемное внесение, рабочие растворы, гряды, картофель, растения, агрегат.*

For the effective and rational use of plant protection products at the present time, it is necessary to pay great attention to the development of the theory and methods for designing working bodies and machine parameters that reduce the consumption of working solutions and at the same time more accurately hit the treated plants both from the outside and from the inside. When using modern technologies that provide a significant reduction in the pesticide load, the determining factor is the use of mechanization tools that ensure the implementation of many technological operations with new design solutions that contribute to the maximum destruction of weeds in all phases of growth and development of the cultivated crop. Therefore, it is planned to create new types of working bodies that have the ability to completely mechanically destroy weeds, as well as to increase the effect of working solutions, biological products and soluble microfertilizers, and a device for applying liquid solutions to plants in a volumetric way, providing simultaneous treatment of the lower and upper parts of the leaves with preparations.

This article describes a sprayer with telescopic sections and its hydraulic scheme, which can carry out both tape and volumetric application of working solutions during inter-row cultivation of row crops. The sprayer is recommended to be used as part of a cultivator for inter-row tillage or as a separate agricultural machine, for example, when cultivating potatoes, combating the Colorado potato beetle, other pests and plant diseases that are mainly on the lower part of the leaves, as well as for high-quality treatment of potato plants with biological preparations and for feeding them with liquid mineral fertilizers, which is one of the urgent tasks in the cultivation of potatoes with a minimum pesticide load in the mode of ecological farming.

Key words: *sprayer, combined, telescopic sections, tape or volumetric application, working solutions, ridges, potatoes, plants, unit.*

Введение

В настоящее время для эффективного и рационального использования средств защиты растений, необходимо уделять большое внимание разработке теории и методов конструирования рабочих органов и параметров машин, обеспечивающих снижение расхода рабочих растворов и одновременно более точное попадание на обрабатываемые растения как с наружной, так и с внутренней поверхности. Широко применяемые сельскохозяйственные опрыскиватели не позволяют получить качественный распыл и равномерное внесение распыленной рабочей жидкости на растение со всех сторон. Специ-

альных опрыскивателей для обработки пропашных культур объемным способом промышленностью Республики не выпускается. В связи с этим и возникла необходимость решения данного вопроса.

При использовании существующих технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, определяющим фактором является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новыми конструктивными решениями, способствующих максимальному уничтожению сорной растительности на всех фазах роста и развития возделываемой культуры. Поэтому планируется создать новые типы рабочих органов, обладающих возможностью полного механического уничтожения сорной растительности, а также для повышения действия рабочих растворов, биопрепаратов и растворимых микроудобрений и устройство для нанесения на растения жидких растворов объемным способом, обеспечивающее одновременную обработку препаратами нижнюю и верхнюю часть листьев [1, 2, 3].

Цель проводимых научных исследований – это разработка и создание комбинированного опрыскивателя с телескопическими секциями для объемного или ленточного внесения рабочих растворов, позволяющего проводить полную объемную обработку растений картофеля со всех сторон и особенно внутри куста, что максимально может позволить уничтожать не только колорадского жука, но других вредителей и болезни растений, которые могут сохраняться на нижней части листьев, если обработку проводить только с верхней части растений, а так же данный опрыскиватель можно легко перенастроить, если это потребуется на ленточное внесение рабочих растворов только верхними узлами распыла направленными сверху вниз на растения, путём установки заглушек на узлы распыла, обрабатывающее нижнюю часть растения [4, 5, 6, 7].

Основная часть

В процессе исследований была создана новая конструкция опрыскивателя с телескопическими секциями, которые установлены на агрегате универсальном АУ-М2 для обработки четырех рядов картофеля. Количество обрабатываемых рядов можно увеличивать большим количеством рабочих секций.

На рис. 1 показана гидравлическая схема работы опрыскивателя в режиме объемного внесения растворов, включающая: резервуар 1, заборный коллектор 2, фильтр 3, насос с приводом от аккумуляторной батареи, регулятора давления 5, манометра 6 сливного коллектора 7, магистральный шланг 8, распределения шланг 9, секционный шланг 10, штанга 11, распыливающая головка 12 для объемного внесения растворов в нижней части, которые имеют возможность поворачивания в трех плоскостях куста, распыливающая головка 13 для внесения на поверхность растений. Такая схема конструкция опрыскивателя обеспечит объемное покрытие растений со всех сторон.

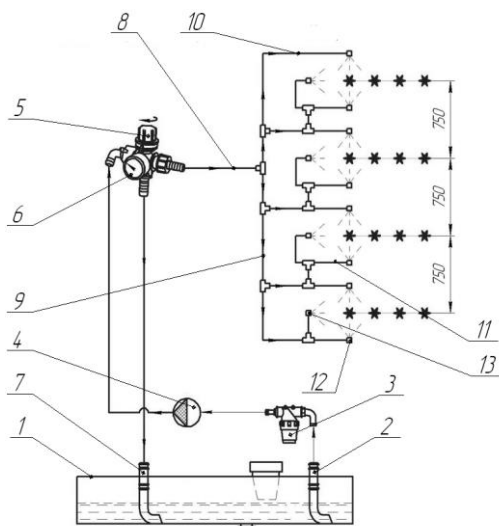


Рис. 1. Схема гидравлическая для объемного внесения

На рис. 2 показана схема опрыскивателя при ленточном внесении рабочих растворов, где распыливатели устанавливаются на рабочей секции агрегата и устанавливаются над растениями. Ширина спектра распыла регулируется высотой расположения распылителей. Эта технологическая операция выполняется в первоначальный период роста и развития растений картофеля.

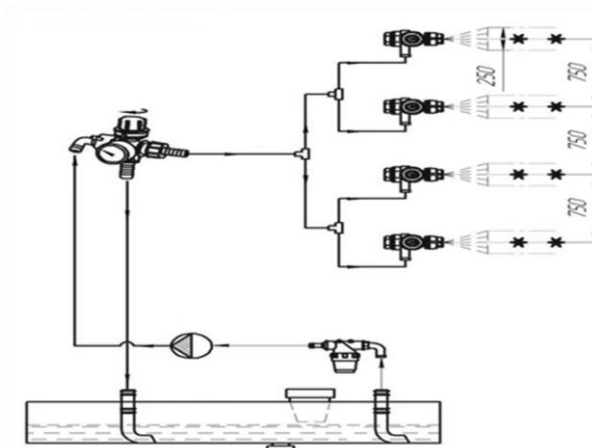


Рис. 2. Схема гидравлическая для ленточного внесения

На созданной конструкции опрыскивателя были проведены исследования различных типов распылителей с целью установления спектров распыла и выявления оптимального спектра распыла жидкости и ее расхода, для нижних и верхних распылителей и различных схем внесения рабочих растворов. Комбинированный опрыскиватель с телескопическими секциями для объемного или ленточного внесения рабочих растворов устроен следующим образом. Это телескопическая штанга 1, наружной частью жестко закрепленная на вертикальной стойке 2, которая в свою очередь закреплена на рабочей секции 3. Во внутрь наружной части телескопической штанги 1 вставлена передвижная труба 4 меньшим диаметром и в которую вставлена передвижная труба 5 ещё с меньшим диаметром, что даёт возможность их телескопического передвижения и фиксации. На конце передвижной трубы 5 установлена вертикальная стойка 6 с возможностью вертикального перемещения и фиксации. В нижней части вертикальной стойки 6 закреплён многовекторный узел распыла 7, при этом на конечной части телескопической штанги 1 установлен крестообразный трубчатый фиксатор 8, в котором по горизонтали установлен шток 9 с возможностью горизонтального перемещения и фиксации, а на нём установлена втулка-фиксатор 10 в вертикальном положении, в которой размещена вертикальная стойка 11 с возможностью вертикального перемещения и фиксации с нижней части которой закреплён узел распыла 12 [8, 9, 10, 11].

На рис. 3 представлена конструктивная схема опрыскивателя с телескопическими секциями для объёмного или ленточного внесения рабочих растворов (общий вид).

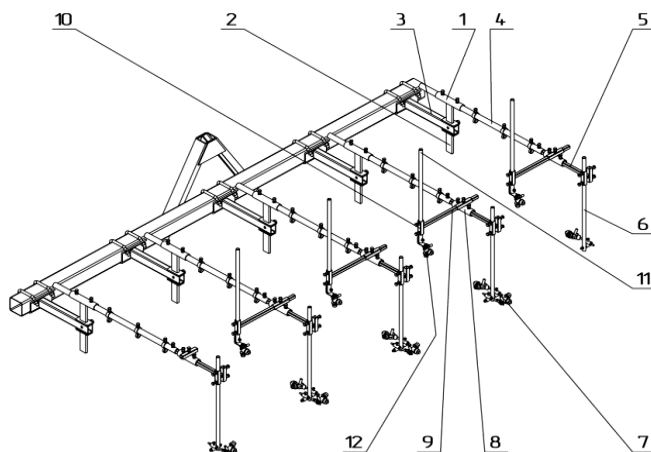


Рис. 3. Конструктивная схема опрыскивателя с телескопическими секциями для ленточного или объемного внесения рабочих растворов

Технологический процесс комбинированного опрыскивателя с телескопическими секциями происходит следующим образом. При обработке растений картофеля объемным способом работают как многовекторные узлы распыла 7, установленные и зафиксированные на вертикальных стойках 6, расположенные между рядами растений и направленные снизу вверх и в стороны так и узлы распыла 12, направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные вверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9, над растениями по центру гряд.

На рис. 4 представлен опрыскиватель с телескопическими секциями для ленточного или объемного внесения рабочих растворов в работе.



Рис. 4. Опрыскивателя с телескопическими секциями для ленточного или объемного внесения рабочих растворов в работе

При обработке картофеля таким опрыскивателем многовекторные узлы распыла 7, находящиеся между рядами растений и на направленные снизу вверх и в стороны, будут обрабатывать растения рабочими растворами с нижней части листьев и внутри куста. Причем они могут регулироваться перемещением и фиксацией вертикальных стоек 6 вверх или вниз на нижней части, которых они закреплены, в зависимости от высоты растений, для достижения качественной обработки растений с нижней части листьев и внутри куста. Одновременно при этом узлы распыла 12 направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные сверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9 по центру гряд над растениями будут обрабатывать растения с верхней части. При этом вертикальная стойка 11, на которой закреплены узлы распыла 12, может перемещаться и фиксироваться как вверх, так и вниз в зависимости от высоты растений для достижения качественной обработки верхней части растений. Опрыскиватель может использоваться как в составе культиватора для междурядной обработки, так и отдельно сельскохозяйственной машиной [12, 13, 14, 15].

При обработке растений рабочими растворами ленточным способом на многовекторных узлах распыла 7 устанавливаются заглушки. Вертикальные стойки 6 с многовекторными узлами распыла 7, при этом поднимаются и фиксируются максимально вверх, а вертикальные стойки 11 с узлами распыла 12, направленными сверху вниз и расположенными на горизонтальных штоках 9, могут перемещаться вверх или вниз и фиксироваться в нужном положении, в зависимости от высоты ленточного внесения рабочих растворов. Ленточное внесение рабочих растворов может осуществляться перед посадкой картофеля при нарезке гребней, при довшодовой обработке или на верхнюю часть растений при послеваходовой обработке картофеля [16, 17, 18].



Рис. 5. Опрыскиватель с телескопическими секциями в составе агрегата для междурядной обработки АУ-М2 (вид сбоку)

Использование комбинированного опрыскивателя рис. 5 с телескопическими секциями для обработки растений, в частности картофеля, рабочими растворами позволяет наносить рабочие растворы как сверху вниз над рядами на верхнюю часть растений, так и под кроны растений, во внутрь куста и на нижнюю часть листьев под требуемыми углами, что имеет важное значение при борьбе с колорадским жуком, личинками колорадского жука, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев. В результате такой обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает важное значение на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур [19–22].

Проведенные исследования суммарного расхода рабочего раствора различными типами распылителей на разработанном телескопическом опрыскивателе при ленточном внесении четырьмя распылителями при работе на разных скоростях и при разном рабочем давлении показывают, что наиболее оптимальный результат показывают распылители ТЕЕJET (40015E). Например: при рабочем давлении 1 атм и скорости движения 6 км/ч – 50 л/га, при 7 км/ч рабочий расход 43 л/га, при 8 км/ч – 38 л/га. При рабочем давлении 1,5 атм и скорости движения 6 км/ч – 60 л/га, при 7 км/ч – 51 л/га, 8 км/ч – 45 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости движения 6 км/ч рабочий расход четырьмя распылителями 66 л/га, 7 км/ч – 57 л/га, 8 км/ч – 50 л/га.

При объемном внесении рабочих растворов двенадцатью распылителями этого же типа при рабочем давлении 1 атм и скорости 6 км/ч – 152 л/га, при 7 км/ч – 130 л/га, 8 км/ч – 90 л/га. При рабочем давлении 1,5 атм и скорости 6 км/ч – 180 л/га, 7 км/ч – 154 л/га, 8 км/ч – 135 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости 6 км/ч – 200 л/га, 7 км/ч – 171 л/га, 8 км/ч – 150 л/га. Примерно такие же результаты соотношений значений по расходу рабочей жидкости дают показания и по другим типам распылителей. Из таблицы мы видим, что при увеличении скорости движения агрегата расход рабочей жидкости уменьшается, поэтому для достижения требуемой дозы внесения рабочей жидкости можно увеличивать рабочее давление. Нижние распылители при объемной обработке желательнее подбирать с меньшим расходом рабочей жидкости, так как они обрабатывают растения с двух сторон [23–27].

Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований был разработан комбинированный опрыскиватель с телескопическими секциями, включающий телескопические секции и узлы крепления распылителей. Разработан узел для установки одновременно двух распылителей под разными (требуемыми) углами, вращающийся и регулирующийся в трех плоскостях для качественной регулировки факела распыла при объемном внесении рабочих растворов на нижние, боковые и внутренние поверхности растений. В процессе разработки была создана новая конструкция опрыскивателя с телескопической комбинированной системой для обработки растений картофеля объемным или ленточным способами, как в комплектации с универсальным агрегатом АУ – М2, так и отдельной сельскохозяйственной машиной. При проведении такой объемной обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает важное значение на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур.

Внесение данным оборудованием препаратов объемным способом включая верхний распыл рабочих растворов и нижний распыл в крону растений картофеля, будет способствовать увеличению урожайности картофеля. Для этих целей разработан экспериментальный образец телескопических секций обеспечивающих объемную обработку растений. Рациональное нанесение рабочих растворов объемным способом, может дать значительный экономический эффект при правильном сочетании препаратов, норм расхода и режимов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные машины: практикум / учебное пособие Э. В. Заяц [и др.]. – Минск, 2019. – 518 с.
2. Аутко, А. А. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы XXI МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства». – Гродно: УО ГГАУ, 2018. – С. 182–185.
3. Лепешкин, Н. Д. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов / Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, А. С. Добышев, К. Л. Пузевич // Материалы МНТК Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии. – Минск, 2016. – С. 141–147.
4. Аутко, А. А. Разработка агрегата и рабочих органов для обработки почвы при экологическом земледелии / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: ФГБОУВО «РГАУ им. П.А. Костычева», 2018. – С. 14–19.
5. Заяц, Э. В. Фрезерный лучеобразный диск / Э. В. Заяц А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО ГГАУ. – Гродно, 2019. – С. 194–196.
6. Заяц, Э. В. Профилеформователь с уплотняющим катком / Э. В. Заяц А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. – Гродно, 2019. – С. 192–194.
7. Филиппов, А. И. Агрегат комбинированный для обработки профилированной поверхности почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по матер. XXII Междунар. научно-практ. конф., Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г.; УО ГГАУ. – Гродно, 2019. – С. 255–257.
8. Филиппов, А. И. Многовекторный узел распыла / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г.; УО ГГАУ. – Гродно, 2019. – С. 258–260.
9. Аутко, А. А. Пружинный рыхлитель для уничтожения сорной растительности механическим способом / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 52, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2019. – С. 69–73.

10. Филиппов, А. И., Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарёв // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. научных статей по материалам Междунар. научно-практической конф., 24–25 октября. – Минск, БГАТУ, 2019. – С. 54–56.
11. Филиппов, А. И. Разработка узла распыла для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарёв // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября. – Минск, БГАТУ, 2019. – С. 56–59.
12. Чеботарёв, В. П. Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарёв, В. Н. Еднач, А. И. Филиппов, А. А. Зенов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Минск: БГАТУ, 24–25 октября 2019 г. – Минск, 2019. – С. 71–73.
13. Чеботарёв, В. П. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарёв, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Агропанорама. – 2019. – №5. – С. 22–26.
14. Заяц, Э. В. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / УО ГГАУ. – Гродно, 2018. – С. 170–172.
15. Заяц, Э. В. Обзор основных конструкций опрыскивателей при разработке объёмного и ленточного внесения рабочих растворов в системе экологического земледелия / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020. – С. 27–33.
16. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2020. – С. 23–27.
17. Филиппов, А. И. Разработка оборудования для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межвед. тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – С. 153–157.
18. Филиппов, А. И. Модернизация туковывсевающего аппарата для ленточного внесения удобрений / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов, Н. Ю. Занемонская // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 172–175.
19. Филиппов, А. И. Схема обоснования фрезерного диска и размещения почвозацепов рыхлителя / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич, С. И. Козлов // Вестник БГСХА. – 2020. – №3. – С. 194–197.
20. Филиппов А. И. Оборудование для дозирования и ленточного внесения удобрений к универсальному агрегату АУ-М1 / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, И. В. Дубень // Вестник БарГУ. – 2020. – Выпуск 8 (технический раздел). – С. 119–127.
21. Филиппов, А. И. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Сб. науч. статей «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства», междунар. научно-практическая конф., посвящ. 90-ю С. И. Назарова д. т. н., профессора, академика ВАСХНИЛ СССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР. – Горки, 2020. – С. 348–351.
22. Филиппов, А. И. Нормы ленточного внесения удобрений модернизированным агрегатом ау-м1 при междурядной обработке почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, К. Л. Пузевич // Сборник научных трудов «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства» УО БГСХА. – Горки, 2021. – С. 161–164.
23. Филиппов, А. И. Схема расстановки рабочих органов на агрегате АУ-М2 при обработке картофеля в довсходовый период / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения М. М. Севернева, Минск, 21–22 октября 2021 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич (главный редактор), П. В. Божкова – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 135–138.
24. Филиппов, А. И. Опрыскиватель телескопически комбинированный для объёмного и ленточного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 54, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2021. – С. 204–211.
25. Филиппов, А. И. Принцип работы автоматизированного почвообрабатывающе-посевного агрегата для овощных культур / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 244–245.
26. Филиппов, А. И. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат инновационных технологий / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 246–247.
27. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров опрыскивателя телескопического комбинированного в составе агрегата для междурядной обработки почвы / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 1. г. Горки, 2021. – С. 178–183.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРОЩЕННОГО СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА В ОТРАЖЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

С. И. КОЗЛОВ

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

(Поступила в редакцию 16.06.2022)

В настоящее время практически все современные мобильные, стационарные машины и агрегаты, а также стационарное технологическое оборудование, поступающее в производственную эксплуатацию, оснащены техническими средствами автоматизации. Эксплуатация современной автоматизированной техники (систем автоматизации) позволяет значительно увеличивать ее производительность, повышать качество производимой продукции и выполняемых различных видов работы, а также улучшать условия труда человека. Особенности структурных схем систем автоматизации, которые эксплуатируются в промышленном производстве, заключаются в их содержании. Структурные схемы, выполненные на основе структурного анализа, не только раскрывают, но и наглядно показывают физические механизмы формирования в системах автоматизации. Конкретность и характер их особенностей связаны с назначением, сложностью конструктивного исполнения и рабочим процессом систем автоматизации. В отличие от сложных объектов, управление которыми осуществляется техническими средствами и оператором-диспетчером, управление многочисленными объектами выполняется в системах автоматизации только техническими средствами. Структурный анализ осуществляется на основе использования принципиальных электрических схем систем автоматизации, а также на основе использования описания таких схем с точки зрения устройства и рабочего процесса. Роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными объектами. Упрощенный структурный анализ является наиболее простым, но весьма эффективным методическим приемом при изучении систем автоматизации современной техники. Он обеспечивает первоначальное и упрощенное представление о структуре систем автоматизации и позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о ее сущности.

Ключевые слова: автоматизация, объект автоматизации, структурный анализ, структурная схема, структурные элементы.

At present, almost all modern mobile, stationary machines and units, as well as stationary technological equipment entering production operation, are equipped with technical means of automation. The operation of modern automated equipment (automation systems) can significantly increase its productivity, improve the quality of products and various types of work performed, as well as improve human working conditions. The features of structural diagrams of automation systems that are operated in industrial production lie in their content. Structural diagrams, made on the basis of structural analysis, not only reveal, but also clearly show the physical mechanisms of formation in automation systems. The specificity and nature of their features are associated with the purpose, complexity of design and workflow of automation systems. Unlike complex objects, which are controlled by technical means and an operator-dispatcher, control of numerous objects is carried out in automation systems only by technical means. Structural analysis is carried out on the basis of the use of circuit diagrams of automation systems, as well as on the basis of the description of such circuits in terms of device and workflow. The role of structural analysis associated with understanding the structure of automation systems is extremely large and very significant. Knowledge of the structure of automation systems allows you to reveal the content of the basic concepts and parameters associated with the automatic control of various objects. Simplified structural analysis is the simplest, but very effective methodological technique in the study of automation systems of modern technology. It provides an initial and simplified view of the structure of automation systems and allows you to have a general, but necessary and useful idea of its essence.

Key words: automation, automation object, structural analysis, block diagram, structural elements.

Введение

Тенденция развития научно-технического прогресса в современных условиях характеризуется разработкой и выпуском различной автоматизированной техники. Знание и понимание содержания и сущности автоматизированной техники дает возможность профессионально и эффективно ее эксплуатировать. Практически все современные мобильные, стационарные машины и агрегаты, а также стационарное технологическое оборудование, поступающее в производственную эксплуатацию, оснащены техническими средствами автоматизации. Эксплуатация современной автоматизированной техники (систем автоматизации) позволяет значительно увеличивать ее производительность, повышать качество производимой продукции и выполняемых различных видов работы, а также улучшать условия труда человека [1, 2, 4, 5].

Уровень подготовки инженера должен соответствовать современному уровню развития научно-технического прогресса в области сельскохозяйственного производства. Профессиональная степень подготовки современного инженера должна определяться умением анализировать рабочий процесс систем автоматизации с целью выявления и определения причин возникающих отказов и неисправностей, а также умением профессионально организовать эксплуатацию автоматизированной

техники в производственных условиях. Структурные схемы, выполненные на основе структурного анализа, не только раскрывают, но и наглядно показывают физические механизмы формирования в системах автоматизации управляющих сигналов, команд и воздействий; контуров управления, регулирования, контроля и сигнализации, автоматических регуляторов управления [3, 6].

Особенности структурных схем систем автоматизации, которые эксплуатируются в промышленном производстве, заключаются в их содержании. Конкретность и характер особенностей связаны с назначением, сложностью конструктивного исполнения и рабочим процессом систем автоматизации. В отличие от сложных объектов, управление которыми осуществляется техническими средствами и оператором-диспетчером, управление многочисленными объектами выполняется в системах автоматизации только техническими средствами.

Основная часть

Структурный анализ – это процесс мысленного восприятия и отражения в своем сознании структуры (внутреннего устройства) систем автоматизации посредством формирования и построения их реального структурного образа, состоящего из структурных элементов [6]. Структурный анализ осуществляется на основе использования принципиальных электрических схем систем автоматизации, а также на основе использования описания таких схем с точки зрения устройства и рабочего процесса. Реальный структурный образ каждой системы автоматизации конкретизирует и отражает ее структуру в виде вычерченных структурных схем. Структурные схемы каждой системы автоматизации формируются осознанно и целенаправленно и могут иметь упрощенный и развернутый вид. Это означает, что каждая система автоматизации может показываться структурными схемами в виде упрощенного и развернутого состава структурных элементов [3].

Мысленное восприятие и отражение внутреннего устройства систем автоматизации на уровне структурных элементов является познавательным процессом анализирующего плана. Система автоматизации осмысленно разделяется на отдельные и самостоятельно обособленные части, которые отличаются между собой конструктивным исполнением и функциональными признаками. Такие функционально обособленные части системы автоматизации являются конкретными техническими средствами и называются структурными элементами [3, 6].

В системах автоматизации структурными элементами являются объект автоматизации и система управления. Автоматический регулятор управления, как правило, состоит из определенного количества структурных элементов, которыми являются измерительный преобразователь (ИП) или чувствительный элемент (ЧЭ), сравнивающий (СЭ) и задающий (ЗЭ) элементы, усилительный орган (УО), исполнительный механизм (ИМ), регулирующий орган (РО). В некоторых автоматических регуляторах управления дополнительно используются преобразователи сигналов, которые преобразуют аналоговый (непрерывный) сигнал в дискретный (прерывистый). Использование преобразователей сигналов обусловлено необходимостью прерывисто подавать управляющую среду в некоторые объекты автоматизации [6]. Объект автоматизации, как правило, обеспечивает выполнение технологического процесса. Система управления осуществляет автоматическое управление протекающим в объекте технологическим процессом по одному или нескольким физическим параметрам. Автоматический регулятор управления является независимым от других подобных устройств в одной системе автоматизации и осуществляет управление объектом по одному физическому параметру.

Структурные элементы систем автоматизации характеризуются функциональными признаками, каждый из которых по своему содержанию присущ только конкретному структурному элементу. Функциональные признаки разделяются на две разновидности: одной из них является функция, а второй – функциональная задача. Функция присуща каждому отдельному структурному элементу, входящему в состав автоматического регулятора управления, контроля и сигнализации. Функциональная задача выражается в конкретной совокупности определенного количественного состава отдельных функций и присуща автоматическому регулятору управления, автоматическому регулятору контроля и автоматическому регулятору сигнализации [3, 6].

Две разновидности функциональных признаков разделяют структурные элементы систем автоматизации на две группы. Одна группа структурных элементов характеризуется одной разновидностью функционального признака, которым является функция. Вторая группа структурных элементов характеризуется второй разновидностью функционального признака, которым является функциональная задача. Функциональная задача в системах автоматизации присуща структурным элементам, которые имеют значительную конструктивную сложность. Такими структурными элементами являются объекты автоматизации и автоматические регуляторы управления, контроля и сигнализации.

Одной из разновидностей структурного анализа систем автоматизации является упрощенный структурный анализ, который является первым и необходимым учебно-познавательным приемом на пути к системному и более углубленному и осознанному пониманию структуры систем автоматизации. Упрощенный структурный анализ представляет собой процесс осознанного целенаправленного разделения технических средств автоматизации на две разновидности структурных элементов: объект автоматизации и систему управления, а также определение физического взаимодействия между собой структурных элементов и составление упрощенной структурной схемы [4, 5].

Также в свою очередь разделяется и система управления на отдельные разновидности автоматических регуляторов и определяется в системе управления каждой системы автоматизации их количественный состав. При этом процесс разделения системы автоматизации на две отдельные и обособленные части происходит на основе знаний содержания определений объекта автоматизации и системы управления. К выполнению структурного анализа необходимо приступать после тщательного изучения и в полной мере усвоения материалов, связанных с назначением, устройством и рабочим процессом системы автоматизации машины или оборудования. Наиболее эффективное усвоение указанных параметров в процессе изучения системы автоматизации любой машины осуществляется посредством использования ее графического и текстового материала [3, 5]. Графический материал – это принципиальная электрическая схема, а текстовый материал – описание, выполненное на основе использования принципиальной электрической схемы. Следовательно, текстовый и графический материалы в достаточно полной мере объясняют и раскрывают назначение, устройство и рабочий процесс системы автоматизации машины или оборудования любого назначения.

После разделения системы автоматизации на структурные элементы необходимо выявить общий характер физического взаимодействия между объектом и автоматическими регуляторами (системой управления). Выявление их взаимодействия означает установление физической связи между объектом и автоматическими регуляторами. Но для этого необходимо определить входные и выходные физические параметры, которые присущи каждому структурному элементу, а также определить их физическую природу и вид. Физическая связь между объектом автоматизации и автоматическими регуляторами характеризуется действием их входных и выходных параметров [5].

Результатом выполненного упрощенного структурного анализа системы автоматизации машины или оборудования является упрощенное графическое изображение ее структуры. Такая структура системы автоматизации оформляется в виде упрощенной структурной схемы. В упрощенной структурной схеме элементы показывают условными графическими и буквенными символами. Графические символы имеют вид прямоугольников. Буквенные символы представляют собой две прописные буквы русского алфавита. Буквенные символы размещают внутри прямоугольников и отражают название структурных элементов, которые определяют упрощенный структурный состав системы автоматизации. Упрощенная структурная схема систем автоматизации представляет собой чертеж с минимальным количеством структурных элементов. Численный состав структурных элементов в упрощенных структурных схемах зависит от конструктивной сложности и вида систем автоматизации.

Когда в системах автоматизации управление объектом осуществляется по одному физическому параметру, тогда автоматическое управление объектом осуществляется одним автоматическим регулятором. Такие системы автоматизации разделяются на два структурных элемента, которые показываются в упрощенной структурной схеме. Одним структурным элементом является объект автоматизации, другим структурным элементом – автоматический регулятор управления.

Если в системах автоматизации сельскохозяйственной техники функционирует автоматическая сигнализация, то технические средства автоматической сигнализации образуют автоматический регулятор сигнализации, который показывается в упрощенной структурной схеме в виде отдельного структурного элемента. Если в системах автоматизации управление объектом осуществляется по двум физическим параметрам, то есть объектом управляют два независимых один от другого автоматических регулятора. Такие системы автоматизации разделяют на три структурных элемента, которые показывают на упрощенной структурной схеме. Здесь тогда одним структурным элементом является объект автоматизации и два других структурных элемента представляют собой автоматические регуляторы управления. В таких системах автоматизации может действовать автоматическая сигнализация, которая представляет собой автоматический регулятор сигнализации и в этом случае он тоже показывается в упрощенной структурной схеме системы автоматизации.

Существующее взаимодействие между объектом автоматизации и системой управления показывается на упрощенных структурных схемах в виде линий со стрелками. Рядом со стрелками

пишутся физические параметры общепринятыми латинскими и греческими буквами. Линии со стрелками и буквенные обозначения отражают физическую связь между структурными элементами и направление действия такой связи. Физическая связь позволяет объяснить общий характер взаимодействия между объектом и системой управления, а также взаимодействие объекта автоматизации и окружающей средой [3, 5]. Рассмотрим упрощенную структурную схему параметрического измерительного преобразователя (ИП). Она представляет собой рисунок, на котором реально действующий в системах автоматизации сельскохозяйственной техники параметрический ИП изображается одним структурным звеном (рисунке).

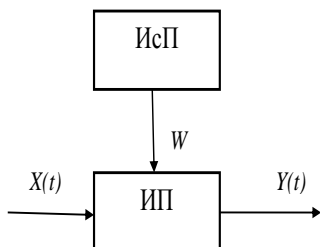


Рис. Упрощенная структурная схема параметрического измерительного преобразователя (ИП)

Данная упрощенная структурная схема отражает конструкцию параметрических ИП любой сложности, при этом конструктивная сложность параметрических ИП показывается упрощенно посредством условного графического символа, который имеет прямоугольную форму и конкретные размеры, достаточные для размещения двух прописных букв «ИП», которые кодируют название «измерительный преобразователь».

Здесь хорошо видно, что в упрощенной структурной схеме показываются два входных параметра и один выходной. Направления действующих параметров отмечены стрелками. Одним входным параметром является физическая величина объекта автоматизации, которую контролирует ИП, вторым входным параметром является энергия, которая поступает из дополнительного источника питания и обеспечивает действие преобразовательного процесса ИП.

Входной параметр $X(t)$ преобразуется в выходной сигнал $Y=kX(t)$, где k – коэффициент чувствительности (усиления) параметрических ИП. Входные и выходной параметры обозначены латинскими буквами $X(t)$, W , и $Y(t)$ и в данном случае содержат информацию обобщенного характера. Это связано с тем, что буквенные обозначения являются условными и не отражают физическую природу входного и выходного сигнала. В реальных системах автоматизации необходимо, при вычерчивании упрощенной схемы параметрических ИП, определять физическую природу входных и выходных параметров и обозначать общепринятыми латинскими и греческими буквами.

Заключение

Таким образом, роль структурного анализа, связанного с пониманием структуры систем автоматизации, чрезвычайно велика и очень значима. Овладение структурным анализом дает возможность понимать самое главное и существенное не только в современных, но и в будущих системах автоматизации. Знание структуры систем автоматизации позволяет раскрывать содержание основных понятий и параметров, связанных с автоматическим управлением различными промышленными объектами. А в свою очередь, упрощенный структурный анализ позволяет иметь хотя и общее, но необходимое и полезное представление о сущности систем автоматизации современной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М.: Колос, 2004.
2. Иофинов, С. А. Автоматизация в растениеводстве / С. А. Иофинов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1992.
3. Козлов, С. И. Упрощенный структурный анализ систем автоматизации сельскохозяйственной техники / С. И. Козлов, С. А. Бортник. – Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2020. – № 1 (19). – С. 94–100.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клюев [и др.]. – М., 1990.
5. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / под ред. проф. И. Ф. Кудрявцева – М.: Агропромиздат, 1988.
6. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники / Г. Е. Радченко. – Минск: Технопринт, 2005.

КОНСТРУКЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

М. Е. КИПНИС, Г. А. КОСТЮКОВИЧ, А. В. ПОПРУКАЙЛО

ОАО «Белкард»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230026, e-mail: gsktb@belcard-grodno.com,

А. С. ВОРОНЦОВ

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь, 230023, e-mail: a.voroncov@grsu.by»,

(Поступила в редакцию 13.07.2022)

Приводные валы с универсальными шарнирами – карданные передачи – являются неотъемлемой частью подавляющего большинства современных машин и механизмов, в том числе автомобильной технике. Оптимальный выбор конструкции карданной передачи, а также рациональная компоновка ее элементов в значительной степени определяют технико-экономические и эксплуатационные характеристики машин и механизмов различного функционального назначения. Так, например, эффективность эксплуатации автомобильных трансмиссий в немалой степени зависит от параметров карданных передач. Их характеристики влияют на уровень вибрации, шума, надежность трансмиссии, устойчивость и маневренность автомобиля.

Трансмиссии с карданными передачами автомобилей МАЗ, включающие промежуточные опоры, представляют собой сложные колебательные системы, соединенные упругими связями различных жесткостей и совершающие в пространстве угловые и линейные перемещения при передаче энергии от двигателя к исполнительным механизмам под действием возмущения движущегося транспортного средства или работающей силовой установки.

Критическая частота вращения карданной передачи лимитирует ее максимальную установочную длину в трансмиссии автомобиля. Поэтому в автомобильных трансмиссиях с увеличенной колесной базой для снижения критических частот вращения применяют карданные передачи с промежуточной опорой. Промежуточная опора является одним из наиболее виброактивных элементов в трансмиссии, через которую колебания и вибрации передаются несущим системам.

В статье представлен анализ конструкции промежуточной опоры карданной передачи автомобилей МАЗ, проанализировано ее влияние на надежность карданной передачи. Показано, что предложенное изменение конструкции промежуточной опоры карданной передачи обеспечивает увеличение долговечности и повышение ресурса карданной передачи, снижает трудоёмкость изготовления промежуточной опоры, её металлоёмкость, сокращает сортамент используемого металлопроката, повышает технологичность сборки промежуточной опоры.

Ключевые слова: карданная передача, износ, промежуточная опора, уплотнение, герметичность, подшипник, узел трения, частота вращения, балансировка, экономический эффект.

Drive shafts with universal joints – cardan gears – are an integral part of the vast majority of modern machines and mechanisms, including automobiles. The optimal choice of cardan transmission design, as well as the rational layout of its elements, largely determine the technical, economic and operational characteristics of machines and mechanisms for various functional purposes. So, for example, the efficiency of operation of automobile transmissions to a large extent depends on the parameters of cardan gears. Their characteristics affect the level of vibration, noise, transmission reliability, vehicle stability and maneuverability.

Transmissions with cardan gears of MAZ vehicles, including intermediate supports, are complex oscillatory systems connected by elastic links of various stiffnesses and performing angular and linear movements in space when transferring energy from the engine to actuators under the influence of a disturbance of a moving vehicle or a working power plant.

The critical speed of cardan transmission limits its maximum installation length in the vehicle's transmission. Therefore, in automobile transmissions with an increased wheelbase, cardan gears with an intermediate support are used to reduce critical speeds. The intermediate support is one of the most vibroactive elements in the transmission, through which oscillations and vibrations are transmitted to the carrier systems.

The article presents an analysis of the design of the intermediate support of the cardan transmission of MAZ vehicles, its influence on the reliability of the cardan transmission is analyzed. It is shown that the proposed change in the design of the intermediate support of the cardan transmission provides an increase in durability and an increase in the resource of the cardan transmission, reduces the labor intensity of manufacturing the intermediate support, its metal consumption, reduces the range of rolled metal used, and increases the manufacturability of the assembly of the intermediate support.

Key words: cardan gear, wear, intermediate support, seal, tightness, bearing, friction unit, rotational speed, balancing, economic effect.

Введение

Критическая частота вращения карданной передачи лимитирует ее максимальную установочную длину в трансмиссии автомобиля. В связи с этим в автомобильных трансмиссиях с увеличенной колесной базой для снижения критических частот вращения применяют карданные передачи с промежуточной опорой. Она является одним из наиболее виброактивных элементов в трансмиссии, через которую колебания и вибрации карданной передачи передаются несущим системам. Кроме того,

промежуточная опора сама воспринимает нагрузки от изгибных колебаний, остаточного дисбаланса и осевых сил, возникающих в подвижном шлицевом соединении (величины последних, если подвижное шлицевое соединение не имеет антифрикционного покрытия шлицев, при трогании автомобилей могут достигать 30–60 кН). Такая промежуточная опора включает шарикоподшипник, соединенный с рамой автомобиля через упругий резиновый элемент, и представляет собой одномассовую колебательную систему с затуханием, совершающую вынужденные колебания [1–5].

Начальные угловые скорости карданных передач в трансмиссиях не должны превышать величин их критических скоростей, так как конструкция по условиям надежности их работы в трансмиссиях транспортных средств и силовых установок относится к категории валов докритической ориентации. Критическая скорость карданной передачи – это её угловая скорость в трансмиссии, соответствующая частоте возможного резонанса крутящих и изгибающих колебаний, возникающего на карданной передаче под действием гармоник крутящего момента, неуравновешенных сил инерции вращающихся масс двигателей, изгибающих моментов в шарнирах, центробежных сил вследствие дисбаланса передачи [5].

Применяемая для изготовления упругих элементов промежуточных опор резина – наиболее подходящий для них материал, так как гистерезисные потери в резине уменьшаются по гиперболическому закону в диапазоне частот колебаний от 20 до 200 Гц. Рациональная величина жесткости упругого элемента, обеспечивающая уменьшение собственной частоты колебаний, может быть реализована его конструкцией [6].

Основная часть

Трансмиссии грузовых автомобилей МАЗ комплектуются сложными высокотехнологичными агрегатами, к числу которых относится и карданная передача (рис. 1). Качество этого компонента напрямую влияет на функционирование машины, во многом определяя долговечность и надёжность как самой карданной передачи, так и транспортного средства в целом.

Одним из элементов элементом карданной передачи, определяющим её технический уровень и надёжность, является промежуточная опора. Однако серийное исполнение промежуточной опоры 5336-2202086 (рис. 2) карданной передачи семейства грузовых автомобилей МАЗ-5336, выпускаемой ОАО «Белкард», г. Гродно имеет ряд существенных недостатков, что вызывает необходимость оптимизации конструкции узла [7].

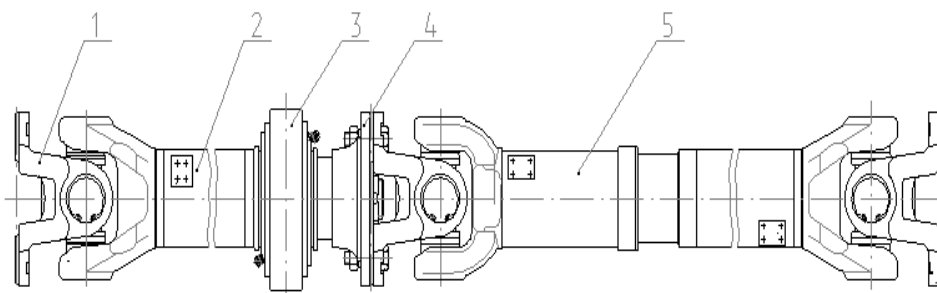


Рис. 1. Карданная передача грузовых автомобилей семейства МАЗ-5336:
1 – фланец-вилка крепления карданной передачи, 2 - промежуточный карданный вал,
3 – промежуточная опора, 4 – соединительный фланец, 5 – основной карданный вал

Прежде всего к указанным недостаткам следует отнести применение для герметизации полости шарикового подшипника войлочных уплотнительных колец, не технологичность обработки кольцевых канавок для их установки в крышках подшипника, а также установку шарикового подшипника в дистанционную наружную обойму (рис. 2).

Последовательно рассмотрим данное утверждение. Прежде всего, согласно техническим рекомендациям, войлочные кольца следует применять в узлах трения для уплотнения валов, работающих при окружной скорости не более 5 м/с.

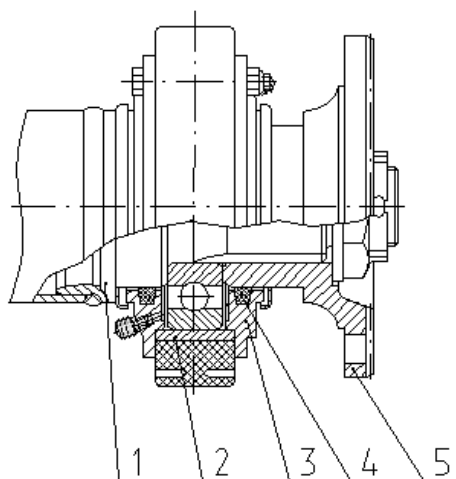


Рис. 2. Серийное исполнение промежуточной опоры карданной передачи:
1 – шлицевый конец, 2 – дистанционная наружная обойма,
3 – крышка подшипника, 4 – кольцо войлочное, 5 – соединительный фланец

При максимальной частоте вращения карданной передачи в трансмиссии $2800 \dots 3200 \text{ мин}^{-1}$ и диаметре уплотняемой поверхности конца шлицевого и фланца узла промежуточной опоры 85 мм для различных моделей грузовых автомобилей МАЗ данное значение может находиться в пределах $12,5 \dots 14,2 \text{ м/с}$.

Максимальную окружную скорость, можно определить по формуле (1):

$$v = \frac{\pi \cdot n \cdot d / 2}{30 \cdot 1000}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где: n – максимальная частота вращения карданной передачи в трансмиссии автомобиля; d – диаметр уплотняемой поверхности.

Таким образом, из-за высоких окружных скоростей присутствует риск истирания и форсированного износа войлочных уплотнительных колец, что приводит к нарушению герметичности полости шарикового подшипника и, как следствие, к его разрушению и выходу из строя карданной передачи. Случаи таких отказов наблюдаются в эксплуатации, в том числе в её гарантийный период.

Кроме того, необходимость пропитки войлочных уплотнительных колец маслом серьезно снижает технологичность сборки промежуточной опоры и отрицательно сказывается на культуре производства.



Рис. 3. Профиль поперечного сечения уплотнений промежуточной опоры:
а – войлочное уплотнительное кольцо, б – манжета по ГОСТ 8752-79

С целью устранения данного несоответствия, повышения пыле-, влаго-, грязезащиты полости шарикового подшипника промежуточной опоры, повышения её герметичности и исключения случаев выхода из строя узла в гарантийный период предложено изменить конструкцию, применив взамен войлочных колец (рис. 3 а) резиновые армированные однокромочные манжеты с пыльником с пружиной по ГОСТ 8752-79 «Манжеты резиновые армированные для валов» (рис. 3 б) [8], которые в зависимости от группы резины могут работать при окружной скорости до 20 м/с.

Предложенное изменение даёт возможность отказаться от изготовления профильной трапецеидальной канавки в крышках подшипника (рис. 4а), применив установку манжеты 2.2-85x110-3 ГОСТ 8752-79 в цилиндрическую проточку крышки, выполненную без упорного буртика, что существенно улучшает технологичность механической обработки детали (рис. 4б).

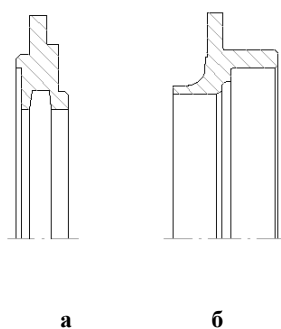


Рис. 4. Посадочное место под уплотнения в крышке подшипника:
а – профильная трапецеидальная канавка; б – цилиндрическая расточка

Следующим шагом модернизации промежуточной опоры является изменение установки шарикового подшипника с аннулированием дистанционной наружной обоймы. Данный аспект заслуживает более подробного рассмотрения.

В серийной конструкции промежуточной опоры (рис. 2) шариковый подшипник устанавливается в дистанционную наружную обойму, которая сопрягается с крышками подшипника по центрирующим пояскам. При такой установке на взаимное расположение оси вращения подшипника и поверхностей крышек подшипника, предназначенных для базирования карданной передачи на балансировочном оборудовании, оказывают влияние зазоры между наружным кольцом подшипника и внутренним диаметром дистанционной обоймы, между внутренним диаметром обоймы и наружным диаметром центрирующего пояска крышек подшипника, а также соосность центрирующего пояска и базовой поверхностью крышек подшипника. Анализируя изложенное, нетрудно отметить, что такая установка оказывает негативное влияние на балансировку карданной передачи, а дистанционная обойма может быть расценена как «лишняя деталь». Кроме того, дистанционная обойма увеличивает номенклатуру составных частей узла и, соответственно, повышает трудоёмкость сборки промежуточной опоры [7].

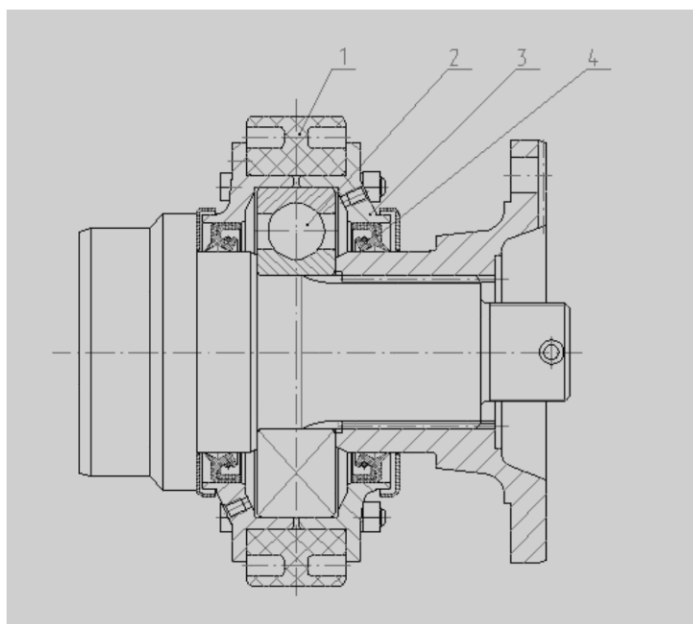


Рис. 5. Модернизированная промежуточная опора карданной передачи:
1 – виброизолятор, 2 – шариковый подшипник, 3 – крышка подшипника, 4 – манжета

Укрупнённый расчёт экономической эффективности предложенных мероприятий проведен для условий производства ОАО «Белкард», г. Гродно. Исходные данные и результаты расчёта представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расчёт экономической эффективности предложенных мероприятий для условий производства ОАО «Белкард»

Исполнение		Обойма 5336-2202084-10	Крышка подшипника 5336-2202081-11	Кольцо уплотнительное 5336-2202059-10	Манжета 2.2-85×110-3 ГОСТ 8752-79
Серийное					
Металлопрокат		Труба 146×11, сталь 45	Круг 60, сталь 40	--	--
Норма расхода металла, кг		1,868	3,151	--	--
Цена	материала, руб./кг	3,49	2,45	--	--
	комплектующего изделия, руб./шт.			0,83	--
Количество деталей в узле, шт.		1	2	2	--
Затраты, бел. руб./шт.		6,52	15,44	1,66	--
Зарплата, бел. руб.		0,87	1,23	--	--
Итого, руб.		26,95			
После изменения		--	--	--	--
Металлопрокат		--	Круг 60 сталь 40	--	--
Норма расхода металла		--	3,792	--	--
Цена	материала, руб./кг	--	2,45	--	2,80
	комплектующего изделия, бел. руб.				
Количество деталей в узле, шт.		--	2	--	2
Затраты, бел. руб.		--	18,58	--	2,8
Зарплата, бел. руб./шт.		--	1,23	--	-
Итого, бел. руб.		22,61			

С целью улучшения условий балансировки карданной передачи предложено изменить конструкцию промежуточной опоры путём установки наружной обоймы шарикового подшипника непосредственно в расточки крышек подшипника. Исключение из конструкции «промежуточного звена» уменьшает влияние отклонений расположения поверхностей деталей на соосность подшипника промежуточной опоры и поверхностей базирования карданной передачи на балансировочном оборудовании. Минимизация составляющих позволяет снизить негативное влияние отклонений расположения поверхностей на исходный дисбаланс, обеспечить стабильность его величины в процессе эксплуатации и повысить надёжность карданной передачи. Кроме того, благодаря аннулированию дистанционной обоймы снижается трудоёмкость изготовления промежуточной опоры и её металлоёмкость, сокращается сортамент используемого металлопроката. Также за счёт сокращения количества деталей повышается технологичность сборки промежуточной опоры (рис. 5) [9].

Общий экономический эффект на одну сборочную единицу составит (2):

$$\mathcal{E}_1 = C_1 - C_2, \text{ бел. руб.} \quad (2)$$

где: C_1 – итоговые затраты по серийному варианту, бел. руб.; C_2 – итоговые затраты по изменённому варианту, бел. руб.

$$\mathcal{E}_1 = 26,95 - 22,61 = 4,34 \text{ бел. руб.}$$

Помимо перечисленных изменений предложено уменьшение количество точек крепления крышек подшипника промежуточной опоры, что в свою очередь ведёт к снижению стоимости узла \mathcal{E}_2 , проиллюстрированному в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительные характеристики комплектности деталей крепления

Деталь крепления	Цена, бел. руб.	Количество, шт.	
		Серийная комплектация	Изменённая комплектация
Болт М8-6g×65	0,54	6	3
Гайка М8-6Н	0,04	6	3
Шайба пружинная 8Л	0,02	6	3
Стоимость, бел. руб.	0,6	3,6	1,8
Экономия, бел. руб.		1,8	

При объёме выпуска промежуточных опор $N=5200$ шт. годовой экономический эффект при внедрении изменений составит:

$$\mathcal{E} = (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2) \cdot N, \text{ бел. руб.} \quad (3)$$

$$\mathcal{E} = (4,34 + 1,8) \cdot 5200 = 31928 \text{ бел. руб.}$$

Кроме того, дополнительный экономический эффект достигается в эксплуатации за счет увеличения долговечности и повышения ресурса как промежуточной опоры, так и самой карданной передачи и подшипниковых узлов сопрягаемых агрегатов.

Заключение

Таким образом, разработана конструкция промежуточной опоры карданной передачи семейства грузовых автомобилей МАЗ-5336, которая позволяет повысить надёжность агрегата и получить положительный экономический эффект. В настоящее время на ОАО «Белкард» завершается подготовка производства модернизированной промежуточной опоры. Аналогичное конструкторское решение планируется внедрить для промежуточной опоры карданной передачи семейства грузовых автомобилей МАЗ-6331.

Предложенные решения защищены патентом Республики Беларусь на полезную модель ВУ 12498 «Карданная передача наземных транспортных средств» [9], патентообладателем которого является ОАО «Белкард», г. Гродно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, В. И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, В. А. Струк. – Минск: Тэхналогія, 2006. – 409 с.
2. Малаховский, Я. Э. Карданные передачи / Я. Э. Малаховский, А. А. Лапин, Н. К. Веденеев. – М., 1962. – 156 с.
3. Беркер, А. Х. Проектирование универсальных шарниров и ведущих валов / А. Х. Беккер. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
4. Иванов, С. Н. Трансмиссионные валы нового поколения / С. Н. Иванов // Автомобильная промышленность. – 1998. – № 11. – С. 23–27.
5. Иванов, С. Н. Карданные передачи ведущих валов трансмиссий машин и систем (конструкция, теория, расчёт, испытания, эксплуатация, ремонт) / С. Н. Иванов. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2014. – 232 с.
6. Иванов, С. Н. Анализ изгибающих моментов в карданных шарнирах двухшарнирного карданного вала / С. Н. Иванов, В. П. Мамаев, Р. М. Бояришкова // Вестник машиностроения. – 1982. – №9. – С. 15–18.
7. Технический каталог ОАО «Белкард», Республика Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belcard-grodno.com/produktsiya/tekhnicheskiy-katalog/>. – Дата доступа: 04.04.2022.
8. ГОСТ 8752-79 «Манжеты резиновые армированные для валов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294821/4294821432.pdf>. – Дата доступа: 04.04.2022.
9. Карданный вал наземных транспортных средств: полезная модель ВУ 12498 / В. Т. Дудко, Г. А. Костюкович, М. Е. Кипнис, И. А. Булах; дата публ.: 01.12.2020.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЕННОЙ ЧАСТИ ОТ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА

М. В. ЦАЙЦ, С. В. КУРЗЕНКОВ, В. И. КОЦУБА, В. А. ЛЕВЧУК

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

(Поступила в редакцию 01.07.2022)

С целью повышения качественных показателей отделения семенной части урожая от стеблей льна при уборке мобильными льноуборочными машинами в УО БГСХА была предложена конструктивно-технологическая схема роторного бильно-вычесывающего устройства. Рациональная схема расположения элементов и конструктивные параметры требует уточнения.

В статье рассмотрены три наиболее приемлемые схемы взаимного расположения роторного бильно-вычесывающего устройства и зажимного транспортера, а также схемы расстановки бичей на роторе. Проведен анализ влияния рассматриваемых схем на технологический процесс отделения семенной части урожая и характера воздействия на обрабатываемый материал. Критериями оценки характера взаимодействия устройства с лентой стеблей льна были приняты: «мертвая» зона, предельный угол изгиба стеблей льна и полнота захвата бичом части ленты льна, содержащей семенные коробочки.

Графическим методом были построены зависимости изменения анализируемых параметров при горизонтальном смещении ротора относительно зажимного транспортера, при вертикальном смещении транспортера относительно ротора и при изменении радиуса ротора. Анализ полученных зависимостей показал, что наиболее рациональной схемой расстановки элементов роторного бильно-вычесывающего устройства является вариант со смещением зажимного транспортера вертикально вниз относительно радиальной оси ротора, а его горизонтальное смещение нецелесообразно из-за существенного увеличения «мертвой» зоны. Для достижения качественной работы предлагаемого устройства необходимо обеспечить предварительный изгиб стеблей на угол, соответствующий половине общего угла изгиба стебля. В этом случае соотношение радиусов ротора к радиусу защитного кольца зависит от расположения зажимного транспортера и принятого угла изгиба стеблей. Такая схема позволит обеспечить положительный эффект – растягивание слоя ленты льна в молотильном пространстве, т. е. уменьшение толщины слоя стеблей при их обмолаоте.

Полученные в данной статье аналитические зависимости, войдут в основу методики расчета и проектирования предлагаемого роторного устройства для отделения семенной части урожая от стеблей льна.

Ключевые слова: *лен-долгунец, зажимной транспортер, уборка льна, роторное обмолачивающее устройство, конструктивные параметры.*

In order to improve the quality indicators of separating the seed part of the crop from the flax stalks during harvesting with mobile flax harvesters, a structural and technological scheme of a rotary beater-combing device was proposed in the EE "BSAA". The rational arrangement of elements and design parameters requires clarification.

The article discusses the three most acceptable schemes for the mutual arrangement of rotary beater-combing device and clamping conveyor, as well as the schemes for arranging the whips on the rotor. The analysis of the influence of the schemes under consideration on the technological process of separating the seed part of the crop and the nature of impact on the processed material was carried out. The criteria for evaluating the nature of interaction of the device with the flax stalk tape were taken as follows: the "dead" zone, the limiting angle of the flax stalk bending and the completeness of capture by the whip of the part of flax tape containing the seed pods.

Dependences of the change in the analyzed parameters were plotted using a graphical method with a horizontal displacement of the rotor relative to the clamping conveyor, with a vertical displacement of the conveyor relative to the rotor, and with a change in the radius of the rotor. Analysis of the dependencies obtained showed that the most rational arrangement of the elements of a rotary beater-combing device is the option with the clamping conveyor vertically downwards relative to the radial axis of the rotor, and its horizontal displacement is impractical due to a significant increase in the "dead" zone. To achieve high-quality operation of the proposed device, it is necessary to ensure the preliminary bending of the stems at an angle corresponding to half of the total bending angle of the stem. In this case, the ratio of the rotor radii to the radius of the protective ring depends on the location of the clamping conveyor and the accepted stalk bending angle. Such a scheme will provide a positive effect of stretching the layer of flax tape in the threshing space, i.e., reducing the thickness of the layer of stems during their threshing.

The analytical dependencies obtained in this article will form the basis of the methodology for calculating and designing the proposed rotary device for separating the seed part of the crop from flax stalks.

Key words: *fiber flax, clamping conveyor, flax harvesting, rotary threshing device, design parameters.*

Введение

В настоящее время в Беларуси механизированная уборка льна-долгунца на семенные цели осуществляется преимущественно с применением льноуборочных комбайнов ЛК-4А, «Двина-4М» или КЛС-3,5 и подборщиков-очесывателей фирм DEPORTERE и NECANY 2008 [1].

Применяемые в Беларуси льнокомбайны не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ним современным сельскохозяйственным производством, особенно это относится к очесывающе-транспортирующему модулю, на котором происходит значительные повреждения стеблей и потери семян. Общие невозвратимые потери семян для льнокомбайна ЛК-4А и «Двина-4М» составляют в среднем 6,63 %, при его работе на короткостебельном льне – до 24,2 %, на полеглом стеблестое – до 60 %. Очесывающе-транспортирующий модуль комбайнов ЛК-4А и «Двина-4М» формирует ворох

льна с содержанием стеблей в виде путанины до 70 % от общей массы, и не обеспечивает распределения вороха в прицепе [2, 3, 4].

В УО БГСХА предложена конструкция устройства для отделения семенной части от стеблей льна [5, 6, 7], основными узлами которого являются зажимной транспортер и ротор (рис. 1, а). Ротор на валу 7 устанавливается перпендикулярно зажимному транспортеру 1. На боковой поверхности диска ротора 2 со стороны подачи ленты льна на обмолот, установлены косые бичи 3 и защитное кольцо 4, а на другой стороне ротора установлена вычесывающе-транспортирующая щетка 5. Ротор заключен в улиткообразный кожух 6 имеющим стол 8 для подвода стеблей в зону обмолота.

От схемы взаимного расположения зажимного транспортера и ротора, а также расстановки рабочих органов на нем, зависит полнота отделения семенной части урожая, степень повреждения стеблей и другие моменты эффективности работы устройства. При этом важным условием эффективности работы предложенного устройства является исключение секущего воздействия бича на стебли льна, их захлестывания за бич и как следствие обрыва стеблей [8]. Для этого в момент касания бичом ленты бич должен воздействовать на ленту льна всей передней, по ходу движения, поверхностью, или плавным – сначала бич воздействует наиболее приближенная часть бича к оси вращения ротора, затем плоскостью передней поверхности, и далее носком. Опираясь на данное условие, рассмотрим такие схемы расстановки элементов конструкции устройства, которые обеспечивают параллельность бича с лентой стеблей льна в начале взаимодействия.

Цель исследования – обоснование рациональной схемы расположения элементов конструкции проектируемого роторного бильно-вычесывающего устройства и его параметров для эффективного отделения семенной части урожая от стеблей льна.

Для достижения поставленной цели применены теоретические (анализ, идеализация и моделирование) и эмпирические (наблюдение, измерение, сравнение) методы научного исследования.

Основная часть

Анализируя расстановку элементов конструкции обмолачивающего устройства, выделим характерные участки ленты стеблей льна, которые формируются во время работы устройства.

Лента льна при обмолоте удерживается зажимным транспортером на участке $L_{зт}$ (рис. 1, б) на расстоянии $L_{кк}$ от корней. При обмолоте на участке $L_{ст}$ происходит периодическое воздействие бича на стебли льна, а между участками $L_{зт}$ и $L_{ст}$ образуется не подвергаемый воздействию рабочего органа участок $L_{мз}$ – «мертвая» зона [9, 10]. На участке ленты льна $L_{ск}$ располагаются семенные коробочки, которые необходимо отделить от стеблей или разрушить обмолачивающим устройством.

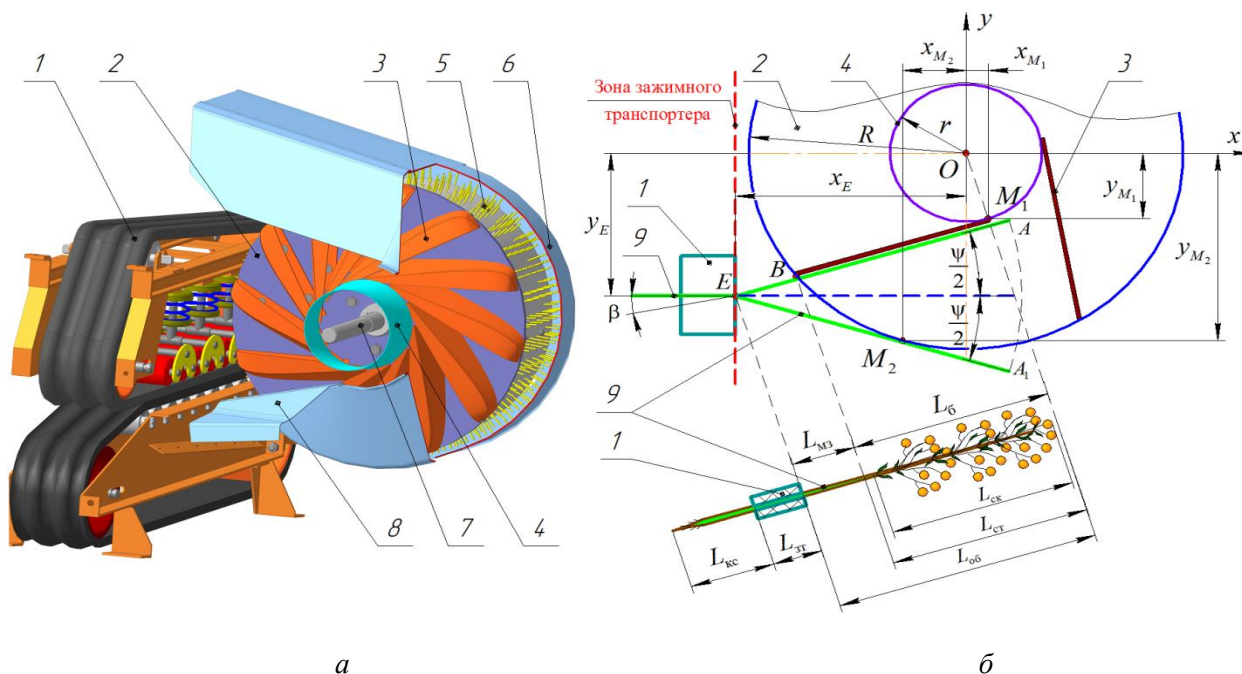


Рис. 1. Общий вид устройства (а) и общая схема обмолота (б): 1 – зажимной транспортер; 2 – диск ротора; 3 – бич; 4 – защитное кольцо; 5 – вычесывающе-транспортирующая щетка; 6 – кожух; 7 – вал ротора; 8 – стол; 9 – стебли льна.

Для эффективной работы обмолачивающего устройства длина бича L_6 должна перекрывать участок стеблей $L_{ск}$. При этом для исключения пропусков и огрехов в работе «мертвая» зона стебля $L_{мз}$ должна быть минимальной и не превышать 0,15 м [11, 12]:

$$L_{мз} \rightarrow \min ; \quad (1)$$

$$L_{мз} \leq 0,15 \text{ м.} \quad (2)$$

Также следует отметить, что для реализации предлагаемой схемы работы ротор обмолачивающего устройства не может пересекать зону зажимного транспортера, более того, он должен отстоять от этой зоны на величину технологического зазора δ , равную разности между радиусами вычесывающе-транспортирующей щетки 5 и диска ротора 2.

На этапе проектирования предположим, что длина рабочей поверхности бича L_6 должна быть больше или равной участку ленты льна $L_{ск}$ с семенными коробочками

$$L_6 \geq L_{ск}, \quad (3)$$

а его параметрами, определяющими бич как объемную фигуру, пренебрежем.

Участок ленты льна $L_{ск}$ зависит от равномерности всходов льна, состояния стеблестоя и работы теребильного аппарата, формирующего слой стеблей ($L_{ск} = 0,3 \dots 0,45$ м) [13].

Рассмотрим варианты, когда бич касается ленты льна в начале взаимодействия с ней всей передней поверхностью, этому положению отвечает установка бича параллельно плоскости ленты стеблей льна, зажатой транспортером, а при некоторых допущениях совпадает с ней.

Условием (1) и (3) наиболее удовлетворяет схема, когда бичи ротора расположены на диске радиально, при этом радиус ротора $R = L_{ск}$. В таком случае можно обеспечить наименьшее расстояние EB , совместив ось вращения ротора и плоскость зажимного транспортера (рис. 2).

Тогда наименьшее значение величины $L_{мз}$ «мертвой» зоны будет в случае радиального расположения бичей на роторе (рис. 2, а), ось вращения ротора с центром в точке O , будет лежать в плоскости, зажатой транспортером ленты льна, а точка B с некоторыми допущениями, совпадет с точкой E .

При фиксированных значениях радиусов ротора R и защитного кольца r , длина бича будет определяться формулой:

$$L_6 = \sqrt{R^2 - r^2}. \quad (4)$$

В таком случае «мертвая» зона близка к нулю, однако лента стеблей льна подвержена максимальному изгибу, под углом ψ , близким к 90° . Точное значение угла ψ может быть определено из условия того, что стебель льна принимает положение касательной BC к окружности ротора (рис. 2, б).

Угол ψ не должен превышать значения, при котором происходит излом стебля ψ_{max} .

$$\psi < \psi_{max}. \quad (5)$$

Согласно исследованиям М. М. Ковалева [9], для свежевытеребленных стеблей влажностью 58...68 % максимальный угол изгиба ψ_{max} находится в пределах $17^\circ \dots 29^\circ$. Излом стеблей льна влечет за собой потерю качества урожая, поэтому его необходимо исключить.

Проанализируем изменение угла изгиба ψ и «мертвой» зоны $L_{мз}$ при увеличении расстояния от точки E зажатия стеблей транспортером до оси вращения ротора O в плоскости стеблей (рис. 2, б). Графическая интерпретация зависимостей представлена на рис. 2, в.

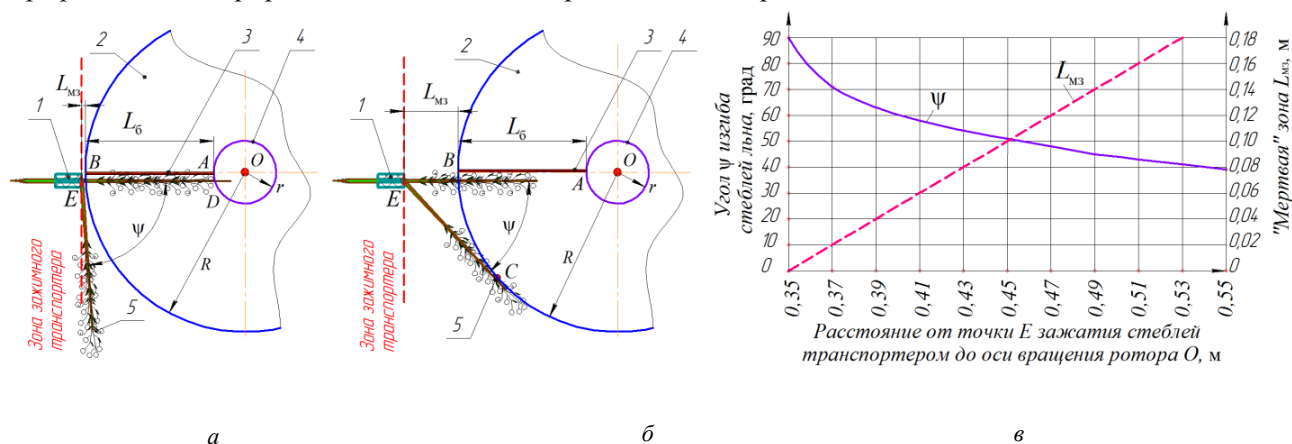


Рис. 2. Схема к определению влияния горизонтального смещения OE на технологические параметры:

а – расположение, соответствующее $EO = R$; б – расположение, соответствующее $EO > R$;

в – график зависимости угла изгиба ψ и «мертвой» зоны $L_{мз}$ от расстояния EO ; 1 – зажимной транспортер; 2 – диск ротора; 3 – бич; 4 – защитное кольцо; 5 – стебли льна

Анализируя графическую зависимость, построенную при фиксированном значении радиуса ротора $R = 0,35$ м (рис. 2, в) следует заметить, что при увеличении расстояния EO значение «мертвой» зоны увеличивается линейно, а угол изгиба уменьшается по показательной кривой (экспоненте). При максимальном допустимом значении «мертвой» зоны $L_{МЗ} = 0,15$ м угол изгиба ψ составляет 45° , что значительно превышает допустимое значение. Из чего следует, что такая схема расстановки роторно-бильно-вычесывающего устройства не отвечает требованиям качества процесса отделения семенной части от стеблей и не может быть принята за базовую.

Другим подходом к уменьшению угла изгиба стеблей льна является вертикальное смещение вниз точки E зажатия стеблей транспортером на расстояние r (рис. 3, а) соответствующее радиусу защитного кольца, а для того, что бы бич касался ленты льна в начале взаимодействия с ней всей передней поверхностью, его необходимо сместить вниз на величину r параллельным переносом. В таком положении бич является касательной к окружности защитного кольца 4. Начальное положение устройства при такой схеме расстановки имеет радиус защитного кольца близкое к нулю $r \rightarrow 0$ (рис. 3, а). Такое положение устройства мало чем отличается от схемы приведенной на рис. 2, а. Однако влияние вертикального смещения точки E на величину «мертвой» зоны и угол изгиба существенно отличается. Смещение зажимного транспортера вертикально вниз (рис. 3, б) влечет за собой смещение бича, длина которого AB уменьшается. Графики зависимости угла изгиба стеблей, «мертвой» зоны и длины бича от величины вертикального смещения точки E зажатия стеблей транспортером относительно оси вращения ротора O при фиксированном значении радиуса ротора $R = 0,35$ м приведены на рис. 3, в.

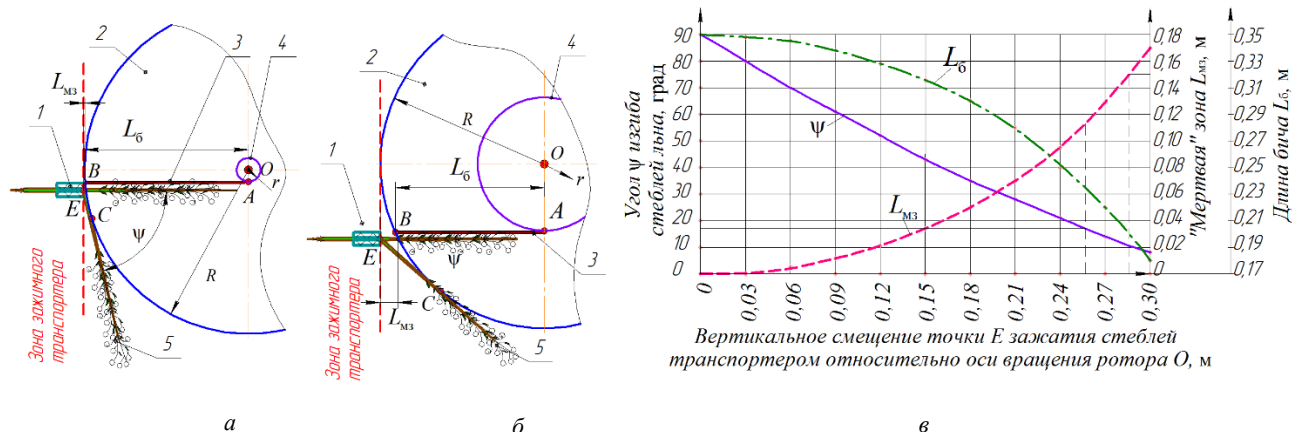


Рис. 3. Схема к определению влияния вертикального смещения точки E на технологические параметры: а – расположение, соответствующее $r \rightarrow 0$; б – расположение, соответствующее $r > 0$; в – графики зависимости угла изгиба ψ , «мертвой» зоны $L_{МЗ}$ и длины бича L_6 от вертикального смещения точки E зажатия стеблей транспортером относительно оси вращения ротора O ; 2 – диск ротора; 3 – бич; 4 – защитное кольцо; 5 – стебли льна

Анализ графической зависимости (рис. 3, в) показал, что при максимальном значении «мертвой» зоны 0,15 м угол изгиба стеблей составит 12° , что удовлетворяет условию (2), а значение вертикального смещения точки E при этом составляет 0,285 м, а длина бича соответствующая отрезку AB $L_6 = 0,20$ м. Предельному значению угла изгиба 17° соответствуют длина бича $L_6 = 0,238$ м, «мертвая» зона $L_{МЗ} = 0,11$ м, а значение вертикального смещения точки E при этом составляет 0,255 м. При такой расстановке длина бича в диапазоне вертикального смещения точки $E = 0,255 \dots 0,285$ м не превышает 0,238 м. Поскольку длина бича меньше длины участка $L_{СК}$ ($L_{СК} = 0,3 \dots 0,45$ м) (рис. 1) стеблей льна, содержащего семенные коробочки, то в зависимости от способа подачи стеблей в зону обмолота, будет происходить недомолот или захлест верхушечной части стеблей за элементы ротора и их возможный обрыв. Принимая во внимание условие, что длина бича должна быть не меньше длины участка $L_{СК}$ ленты стеблей льна (3), содержащей семенные коробочки, можно сделать вывод о необходимости подбора соответствующего радиуса ротора R .

Рассмотрим влияние изменения радиуса ротора на величину «мертвой» зоны $L_{МЗ}$, угла изгиба ψ и длины бича L_6 (рис. 4).

Рассмотрим вариант взаимного расположения ротора и зажимного транспортера, соответствующее горизонтальному смещению оси вращения ротора O на величину R и вертикальному смещению на величину 0,26 м, как наиболее отвечающему требованиям условий (2) и (5) (рис. 4, а). Очевидно, что маленький диаметр ротора не может иметь достаточной длины бича, а увеличение диаметра ротора (рис 4, б) приводит к увеличению угла изгиба стеблей льна и уменьшению «мертвой» зоны. При до-

пустимом значении величины изгиба стеблей льна 17° и максимальном значении величины «мертвой» зоны $0,15$ м для обеспечения достаточной длины бича $0,45$ м ротор будет иметь радиус, который пересечет плоскость установки зажимного транспортера.

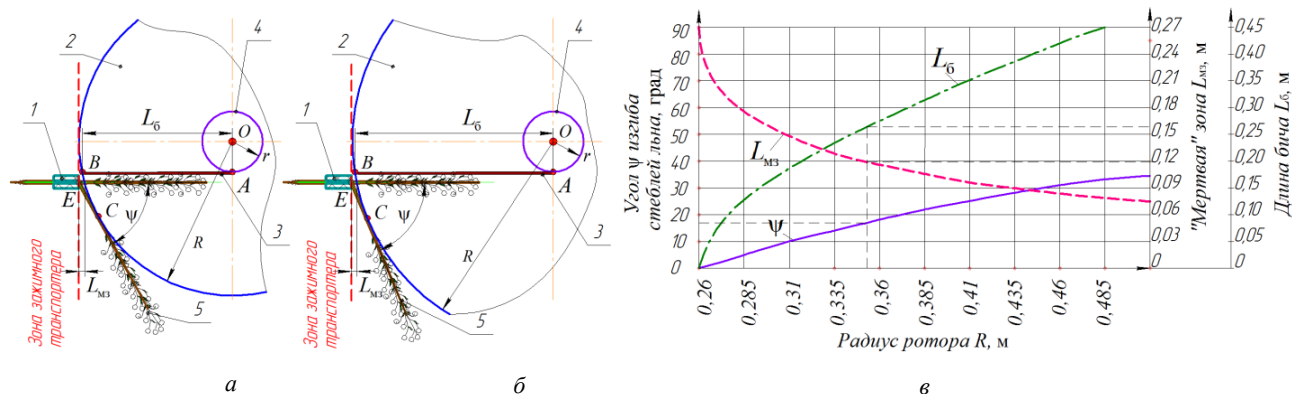


Рис. 4. Схема к определению влияния диаметра ротора на технологические параметры: а – расположение, соответствующее начальному значению радиуса R ; б – расположение, соответствующее увеличению радиуса R ; в – графики зависимости угла изгиба ψ , «мертвой» зоны $L_{мз}$ и длины бича L_b от радиуса ротора R ; 1 – зажимной транспортер; 2 – диск ротора; 3 – бич; 4 – защитное кольцо; 5 – стебли льна

Анализ графической зависимости (рис. 4, в) показал, что при минимальном допустимом значении длины бича $L_b = 0,3$ м такой расстановке соответствует диаметр ротора $R = 0,375$ м. Величина «мертвой» зоны при этом удовлетворяет требованию условия (2) и составляет $L_{мз} = 0,11$ м, а угол изгиба $\psi = 21^\circ$, что не удовлетворяет требованию условия (5). Допустимому значению угла $\psi = 17^\circ$ соответствуют значения «мертвой» зоны $L_{мз} = 0,12$ м, радиуса ротора $R = 0,35$ м и длины бича $L_b = 0,27$ м, которая не удовлетворяет условию (3). Из чего следует, что увеличение радиуса ротора при такой схеме расстановки роторного бильно-вычесывающего устройства не отвечает всем приведенным выше условиям. Нерешенной проблемой остается обеспечение допустимого угла изгиба стеблей.

Кроме того, размер ротора определяет и размеры других элементов конструкции устройства, поэтому следует стремиться к минимальному значению величины радиуса ротора

$$R \rightarrow \min \quad (6)$$

Из вышеизложенного можно сделать заключение о том, что горизонтальное смещение точки E целесообразно из-за пропорционального увеличения «мертвой» зоны, а вертикальное смещение зажимного транспортера вниз должно быть таким, чтобы удовлетворять требованию условия (1), (2) и (5). Поскольку проектируемое устройство для отделения семян от стеблей льна предполагается использовать в полевых условиях на льноуборочном комбайне, где практически невозможно контролировать влажность стеблестоя, а также оценивать диаметры стеблей, подвергаемых изгибу в зоне обмолота, максимальный угол изгиба ψ_{max} не должен превышать 17° . Для этого целесообразно обеспечить предварительный подъем стеблей на угол $\beta = \psi/2$ с последующим отгибанием их вниз на такой же угол при затягивании бичами в молотильное пространство. Такая схема позволит обеспечить и еще один положительный эффект – растягивание слоя ленты льна в молотильном пространстве, т. е. уменьшение толщины слоя стеблей при их обмолоте.

Зажатая в транспортере 1 порция стеблей 9 льна увлекается бичом ротора в молотильное пространство, образуемое боковой поверхностью диска ротора и боковой поверхностью деки. Бич передней поверхностью, своего рода растаскивает захваченную порцию стеблей льна по боковой поверхности деки. Такому растаскиванию способствует изменение проекции угла установки передней поверхности бича на вертикаль, поскольку в процессе вращения ротора его проекция на вертикаль в зоне взаимодействия бича со стеблями приближается к 0° . Кроме того, стебли в ленте льна в верхушечной части сцеплены между собой за счет спутанности семенных коробочек и плодоножек [14]. Поскольку, в начале взаимодействия бича с лентой льна, зазор между бичом и боковой поверхностью деки существенный (больше, чем в нижней части), то не происходит полное отделение порции стеблей бичом от ленты, подаваемой на обмолот, а сохраняется связь за счет спутанности. Таким образом порция стеблей льна, зажатая транспортером, сохраняет свою плотность в точке E (рис. 1), а верхушечная часть распределяется на участке AA_1 , что обеспечивает веерное распределение стеблей в молотильном пространстве. Веерное распределение стеблей позволяет максимально уменьшить плотность слоя стеблей в зоне обмолота.

На основании изложенного, параметры ротора (радиус ротора R , радиус защитного кольца r и длина бича L_6) можно определить по следующей схеме:

Сделаем привязку элементов роторно-бильно-вычесывающего устройства к системе координат, поместив ее начало, точку O , в центр вращения ротора (рис. 1, б). В качестве исходных данных примем: координаты точки E зажимного транспортера и предполагаемый предельный угол изгиба стеблей ψ .

Тогда, согласно принятому порядку, ввода стеблей внутрь корпуса роторно-бильно-вычесывающего устройства, обеспечим их подъем на угол $\beta = \psi/2$ за счет конфигурации подводящего стола. При этом предельным подъемом стеблей будем считать их положение по касательной прямой к защитному кольцу ротора радиуса r . Такое положение стеблей можно описать уравнением прямой линии:

$$y(x) = (x - x_E) \cdot \operatorname{tg}(\beta) + y_E, \quad (7)$$

а абсциссу точки касания M_1 можно найти из уравнения

$$(x_{M_1} - x_E) \cdot \operatorname{tg}(\beta) + y_E - x_{M_1} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) = 0. \quad (8)$$

Так как точка $M_1\left(x_{M_1}; x_{M_1} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)\right)$ является точкой защитного кольца, то его радиус можно определить по формуле:

$$r = \sqrt{x_{M_1}^2 + y_{M_1}^2} = \frac{\left|x_E \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right) - y_E\right|}{\sqrt{\operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right)^2 + 1}}. \quad (9)$$

Следующим этапом движения ленты стеблей будет затягивание их бичами ротора в корпус. Этот этап сопровождается отгибанием стеблей вниз на угол $\beta = \psi/2$, при котором стебли стремятся занять предельное положение по касательной к радиусу ротора R . Такое положение стеблей можно описать уравнением прямой линии:

$$g(x) = (x - x_E) \cdot \operatorname{tg}(\pi - \beta) + y_E, \quad (10)$$

а абсциссу точки касания M_2 можно найти из уравнения

$$(x_{M_2} - x_E) \cdot \operatorname{tg}(\pi - \beta) + y_E - x_{M_2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = 0. \quad (11)$$

Так как точка $M_2\left(x_{M_2}; x_{M_2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)\right)$ является точкой окружности с радиусом ротора R , то его можно определить следующим образом

$$R = \sqrt{x_{M_2}^2 + y_{M_2}^2} = \frac{\left|x_E \cdot \operatorname{tg}\left(\pi - \frac{\psi}{2}\right) - y_E\right|}{\sqrt{\operatorname{tg}\left(\pi - \frac{\psi}{2}\right)^2 + 1}}. \quad (12)$$

Тогда отношение радиуса ротора к радиусу защитного кольца, для принятой схемы взаимного расположения элементов устройства, обеспечивающего деление угла ψ пополам будет иметь вид:

$$\frac{R}{r} = \frac{\left|x_E \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right) + y_E\right|}{\left|x_E \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right) - y_E\right|}. \quad (13)$$

Из зависимости (13) видно, что соотношение радиусов ротора к радиусу защитного кольца зависит от расположения точки E зажимного транспортера и выбранного угла изгиба стеблей, при условии, что этот угол делится пополам, т.е. характеризуется подъемом стеблей вверх на угол $\psi/2$, а затем изгибом их вниз на такой же угол.

Продemonстрируем пример расчета параметров безразмерного параметра R/r в математическом пакете MathCad, при фиксированных значениях параметров установки зажимного транспортера ($x_E = -0,36$ м и $y_E = -0,25$ м) и предельное значения угла изгиба стеблей льна $\psi = 15^\circ$.

По изложенной методике расчета были определены значения параметра R/r для углов изгиба стеблей льна $15^\circ, 18^\circ, 21^\circ, 24^\circ$ и 27° , графическая интерпретация полученных результатов приведена на рисунке 6, а. При этом рассматривались случаи, удовлетворяющие требованию (6), а длина бича определялась по формуле (4).

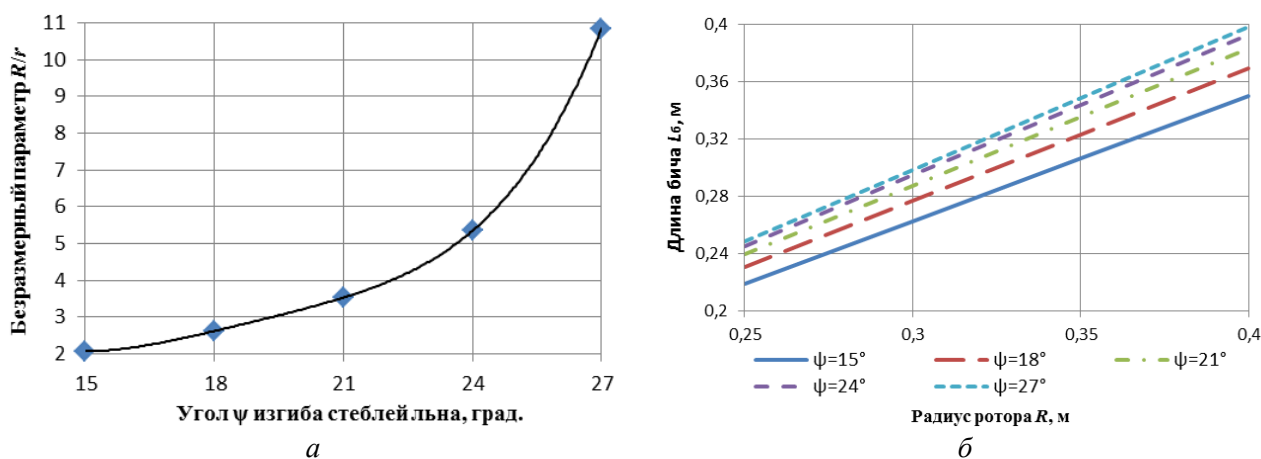


Рис. 6. График зависимости параметра R/r от угла ψ изгиба стеблей (а) и график зависимости длины бича L_6 от радиуса ротора R при различных углах ψ изгиба стеблей

Анализ графической зависимости (рис. 5, а) показал, что параметра R/r имеет зависимость от угла изгиба по некоторой экспоненциальной кривой. В диапазоне $15 \dots 24^\circ$ эта зависимость близка к линейной, а при увеличении угла ψ более 24° резко возрастает. Из чего следует, что решение задачи по установлению значения параметра R/r требует уточнения предельной величины угла изгиба стеблей льна, с учетом характера деформации стеблей при взаимодействии с разрабатываемым устройством.

Зависимость изменения длины бича L_6 от радиуса R ротора для всех значений угла изгиба стеблей льна имеет линейный характер (рис. 5, б). Анализируя полученные графические зависимости с учетом условий (6) и (7), следует отметить, что при угле изгиба $\psi = 15^\circ$ и длине бича $L_6 = 0,3 \dots 0,35$ м соответствует радиус ротора $R = 0,34 \dots 0,4$ м, а при угле изгиба $\psi = 27^\circ$ и длине бича $L_6 = 0,3 \dots 0,35$ м соответствует радиус ротора $R = 0,3 \dots 0,35$ м, что также подчеркивает необходимость уточнения угла изгиба ψ . Из чего следует, что в диапазоне угла изгиба $\psi = 15^\circ \dots 27^\circ$ радиус ротора, удовлетворяющий требованию (6) отличается в $1,13 \dots 1,14$ раза.

Заключение

Наиболее рациональной схемой расстановки элементов роторного бильно-вычесывающего устройства является вариант со смещением бича относительно радиальной оси ротора параллельным переносом на величину r , горизонтальное смещение зажимного транспортера нецелесообразно из-за существенного увеличения «мертвой» зоны, а его вертикальное смещение вниз должно быть таким, чтобы не превышать допустимого значения «мертвой» зоны и максимального угла изгиба стебля.

Для обеспечения условий минимальных размеров ротора и допустимого значения угла изгиба стебля льна целесообразно обеспечить предварительный подъем стеблей на угол $\beta = \psi/2$ с последующим отгибанием их вниз на такой же угол при затягивании бичами в молотильное пространство. В этом случае соотношение радиусов ротора к радиусу предохранительного кольца зависит от расположения зажимного транспортера и принятого угла изгиба стеблей. Такая схема позволит обеспечить и еще один положительный эффект – растягивание слоя ленты льна в молотильном пространстве, т. е. уменьшение толщины слоя стеблей при их обмолоте.

Введенный безразмерный параметр R/r является постоянной величиной при фиксированном угле изгиба стебля льна. Экспериментальное уточнение предельной величины угла изгиба стеблей льна, с учетом характера деформации стеблей при взаимодействии с разрабатываемым устройством позволит зафиксировать значение параметра R/r .

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
2. Голод, Л. Е. Выращивание льна-долгунца. Проект Tacis FD RUS 9504 «Поддержка сельскохозяйственных структур на областном уровне» 1999. – 208 с.
3. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
4. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
5. Домчев, Ю. И. Определение основных конструктивных параметров роторного устройства для обмолота льна / Ю. И. Домчев, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 170–175.
6. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Кругленя, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – № а 20130044; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4(117). – С. 57.
7. Роторное устройство для отделения семенных коробочек от стеблей: пат. 7742 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В. Е. Кругленя, М. В. Цайц, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, В. И. Коцуба, А. С. Алексеенко; заявитель УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – № u 20110245; заявл. 04.04.11; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6(83). – С. 193–194.
8. Татарницев, К. В. Повышение эффективности технологии уборки льна-долгунца путем оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата: дис. ... канд. техн. наук / К. В. Татарницев. – Тверь – Сахарово, 2008. – 133 с.
9. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна долгунца: дис. ... док. техн. наук / М. М. Ковалёв. – Тверь, 2010. – 615 с.
10. Курзенков, С. В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмолота / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 154–159.
11. Шаршунов, В. А. Обоснование параметров установки зажимного транспортера и деки обмолачивающего устройства линии первичной переработки / В. А. Шаршунов, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 170–175.
12. Курзенков, С. В. Обоснование скорости зажимного транспортера обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Агропанорама. – 2022. – № 1(149). – С. 14–19.
13. Шлыков, М. И. Льноуборочный комбайн (теория, расчет, конструкция) / М. И. Шлыков. – М.: Машгиз, 1949. – 300 с.
14. Хайлис, Г. А. Теория и расчет льноуборочных машин / Г. А. Хайлис. – Труды Великолукского сельхозинститута. Выпуск XXVI. – Елгава, 1973. – 334 с.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 349.4:004.9(476)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ МЕГАТЕНДЕНЦИЙ И СТАНОВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Г. А. ГУБСКИЙ

ГУП «Национальное кадастровое агентство»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220005, e-mail: gubski@nca.by

А. В. КОЛМЫКОВ

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

(Поступила в редакцию 15.06.2022)

Земля является неотъемлемой составляющей частью нашей планеты и одним из важнейших базисов устойчивого развития экономики. В условиях информатизации общества пространственные данные, необходимые для земельного администрирования, формируются множеством субъектов. Их формирует государство в процессе создания государственных информационных ресурсов, а также ведения государственных кадастров природных ресурсов (земельный кадастр, водный кадастр, лесной кадастр, кадастр недр и т.д.), формирует бизнес в целях управления транспортом и недвижимостью, оптимизации размещения торговых объектов, логистического управления доставкой товаров, еды и т.п. Информационные технологии, направленные на рациональное использование данных земельного администрирования, интегрируются в автоматизированные информационные системы государства как прототип отечественного E-правительства.

Публикация основана на анализе исследований национального обзора жилищного хозяйства и землепользования Республики Беларусь, сценарного исследования земельного администрирования в регионах республики Евразийской экономической комиссией ООН, Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы.

Работа посвящена описанию становления и трансформации земельного администрирования Республики Беларусь под влиянием мировых мегатенденций на примере развития национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД). В результате научных исследований раскрыта необходимость и важность земельного администрирования; приведены основные принципы формирования инфраструктуры пространственной информации в Европейском Союзе «INSPIRE»; этапы развития Национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД); состав мегатенденций, оказывающих влияние на земельное администрирование; рассмотрены сценарии развития систем земельного администрирования, современные геоинформационные системы, функционирующие в Республике Беларусь, а также раскрыты проблемы осуществления земельного администрирования.

Ключевые слова: земельное администрирование, мегатенденции, геоинформационные системы, цифровое землеустройство, сценарные кресты, национальная инфраструктура пространственных данных.

The earth is an integral part of our planet and one of the most important bases for sustainable economic development. In the conditions of informatization of society, the spatial data necessary for land administration are formed by many subjects. They are formed by the state in the process of creating state information resources, as well as maintaining state cadastres of natural resources (land cadastre, water cadastre, forest cadastre, subsoil cadastre, etc.), they are formed by a business in order to manage transport and real estate, optimize the placement of retail facilities, logistics management of the delivery of goods, food, etc. Information technologies aimed at the rational use of land administration data are integrated into the automated information systems of the state as a prototype of the domestic E-government.

The publication is based on the analysis of studies of the national review of housing and land use of the Republic of Belarus, a scenario study of land administration in the regions of the republic by the UN Eurasian Economic Commission, the State Program "Digital Development of Belarus" for 2021–2025.

The work is devoted to the description of formation and transformation of land administration in the Republic of Belarus under the influence of global megatrends on the example of the development of a national spatial data infrastructure (NSDI). As a result of scientific research, the necessity and importance of land administration has been revealed; the main principles of the formation of infrastructure of spatial information in the European Union "INSPIRE" are given; we have presented the stages of development of National Spatial Data Infrastructure (NSDI); we have shown the composition of megatrends affecting land administration; we have

examined scenarios for the development of land administration systems, modern geographic information systems operating in the Republic of Belarus; and studied the problems of land administration implementation.

Key words: *land administration, megatrends, geographic information systems, digital land management, scenario crosses, national spatial data infrastructure.*

Введение

На развитие производственных процессов и экономики любого государства оказывают влияние мегатенденции. От них зависит и организация использования и управление земельными ресурсами, недвижимым имуществом, в том числе и эффективность земельного администрирования.

Термин «Земельное администрирование» впервые был определен в 1996 г. Земельное администрирование используется для обозначения процессов регистрации и распространения информации о собственности, стоимости и использовании земли и связанных с ней ресурсов. Такие процессы включают определение вещных прав и других атрибутов земельных участков, съемку и их описание, подробную документацию и предоставление соответствующей информации [1].

Согласно научным источникам, земельное администрирование – это «процесс определения, записи и распределения информации о владении, стоимости и использовании недвижимых вещей в рамках проводимой в стране земельной политики» [2].

Для повышения эффективности земельного администрирования оптимальным вариантом является учет и применение успешной мировой практики по развитию земельного администрирования в стране совместно с новыми инструментами оптимизации в данной сфере, в соответствии с рекомендациями Европейской экономической комиссии ООН, которые формируются на основании постратного обзорного исследования. Данный взгляд со стороны позволяет по-новому взглянуть на достоинства и недостатки действующей в Республике Беларусь системы земельного администрирования и учесть её недостатки с учетом развития цифровизации экономики и мировых мегатенденций.

Земельное администрирование в Беларуси обеспечивается Конституцией Республики Беларусь [3], Кодексом Республики Беларусь о земле [4], Указом Президента Республики Беларусь № 667 от 27 декабря 2007 года «Об изъятии и предоставлении земельных участков» [5], Законом Республики Беларусь «О геодезической и картографической деятельности» [6], Государственной программой «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы [7], а также принципом национальной инфраструктуры пространственных данных (далее – НИПД).

В основу научных исследований положены общеизвестные научные методы: диалектический, картографический, абстрактно-логический, индукции, дедукции, аналогии, анализа, синтеза и др. Использовались статистические данные, нормативная и справочная литература.

Основная часть

Основой эффективной земельной политики в любой стране является качественная входная информация о земельных ресурсах, земельных участках, объектах недвижимого имущества и их использовании. В настоящее время с высокой скоростью идёт рост объемов информации географического и пространственного характера, быстро развиваются инструменты аналитики цифровой информации для различных целей.

Земельные ресурсы Республики Беларусь являются национальным богатством страны и основным средством производства в сельском и лесном хозяйствах, поэтому необходимо стремиться к максимально эффективному их использованию и администрированию. Согласно рейтингу Всемирного банка «Ведение бизнеса» за 2020 год, Республика Беларусь по показателю «Регистрация собственности», занимает 14-е место в мире, а индекс качества системы земельного администрирования составляет 23,5 из 30 возможных [8].

Для снижения дублирования создания данных в отношении земельных ресурсов, сокращения издержек, связанных с получением географической информацией, и повышения степени доступности географических данных, Европейский союз одним из компонентов развития региона в этом направлении выбрал создание единых алгоритмов развития, которые формализованы в директиву Европейского Союза об инфраструктуре пространственной информации в Европейском сообществе от 15 мая 2007 года (Infrastructure for Spatial Information in the European Community – INSPIRE [9]). Данная концепция является основой создания, распространения и потребления географической информации, что повышает качество принятия решений и оказания услуг во многих секторах экономики.

В основе «INSPIRE» лежат следующие принципы [9]:

1. Данные следует собирать только один раз и хранить там, где это можно делать наиболее рентабельным образом.

2. Цельные блоки пространственной информации из различных источников следует объединять.

3. Информацию, собранную на одном уровне или одного масштаба, следует распространять на всех уровнях или во всех масштабах: детализированную для углубленных исследований, в общем виде – для стратегических целей.

4. Географическая информация, необходимая для эффективного управления на всех уровнях, должна быть доступна в готовом и прозрачном виде.

5. Необходимо обеспечить доступность географической информации, равно как и рекомендаций относительно того, как она может отвечать конкретным потребностям и на каких условиях ее можно получить и использовать.

Аналогом инфраструктуры пространственной информации «INSPIRE» в Республике Беларусь призвана стать Национальная инфраструктура пространственных данных (НИПД). Активное обсуждение и начало работ в направлении создания НИПД началось в 2019 году. Предпосылки становления НИПД в Республике Беларусь можно отразить в 4-х основных этапах:

1. В 2019 году Европейской экономической комиссией ООН были даны рекомендации по результатам Национального обзора жилищного хозяйства и землепользования, включающие, в том числе, создание и развитие НИПД в стране [10].

2. Разработка проекта Закона о геодезической и картографической деятельности.

3. Консалтинговая помощь Европейского союза по программе «Twinning» Государственному комитету по имуществу Республики Беларусь [11].

4. Цифровизация в области земельного администрирования по государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» [12].

Многолетняя практика разработок концептуальных основ и реализации НИПД позволила выделить в их составе пять составляющих:

1. Базовую пространственную информацию.

2. Стандартизацию пространственных данных.

3. Базы метаданных.

4. Механизм обмена данными – геопорталы.

5. Институциональная основа.

Одной из главных целей НИПД является обеспечение в глобальной компьютерной сети Интернет доступа пользователей – государственных структур, представителей бизнеса и граждан – к официальным наборам пространственных данных. Также НИПД направлено на развитие устойчивого функционирования отраслей экономики, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и других сферах деятельности, где необходима достоверная цифровая информация о местоположении и свойствах пространственных объектов (географических объектов, природных явлениях, например, загрязнении воздуха, землетрясениях, погоде и т.п.). Агрегация такого рода информации в одном месте на базе ГИС-систем позволяет сопоставить её с учётом современных мегатенденций. Это приводит к возникновению новых областей роста и создания новых возможностей для различных отраслей земельного администрирования. Сопоставление информации, агрегируемой в НИПД должно выявлять и решать задачи не локального характера, а выявлять негативные факторы, возникающие в результате влияния мегатенденций.

Международная фирма консультантов по стратегическому прогнозированию «Z_punkt» выделяет 12 основных мегатенденций. Для анализа земельного администрирования используют 11 мегатенденций [13]: демографические изменения; диспропорции в обществе; дифференцированные жизненные миры; цифровая трансформация; волатильная экономика; бизнес-экосистемы; антропогенный ущерб окружающей среде; децентрализованные среды; новый мировой политический порядок; глобальные и региональные сдвиги в экономике; урбанизация.

Мегатенденции дополняются соответствующими движущими факторами. Некоторые движущие факторы имеют для практики земельного администрирования особенно актуальное значение. К ним можно отнести: кибербезопасность, аспекты конфиденциальности и цифровую этику; запросы следующего поколения; открытые данные и новые источники данных; искусственный интеллект и роботизированную автоматизацию процессов; уверенность в цифровом мире; сотрудничество, практику совместного использования, экосистемы и распределенные решения; осуществление инноваций через открытые источники, инкубаторы и хакатоны; краудсорсинг; требования к квалификации и образовательные программы.

Принимая во внимание совокупность мегатенденций и движущих факторов в области земельного администрирования, можно сформировать сценарии развития НИПД, что позволит управлять рисками.

Существуют различные подходы к характеристике сценариев. В данном научном исследовании применен подход, основанный на использовании «сценарного креста». Вместе с тем на все сценарии развития в области земельного администрирования значительное влияние оказывают две мегатенденции: «урбанизация» и «цифровая трансформация». В связи с тем, что обе мегатенденции оказывают значительное влияние, их нельзя использовать для определения осей как таковых.

Сценарный крест на основании мегатенденции «цифровая трансформация» и вариацией направления земельного администрирования по секторам (государственный и частный сектор) имеет следующий вид (рис 1.).

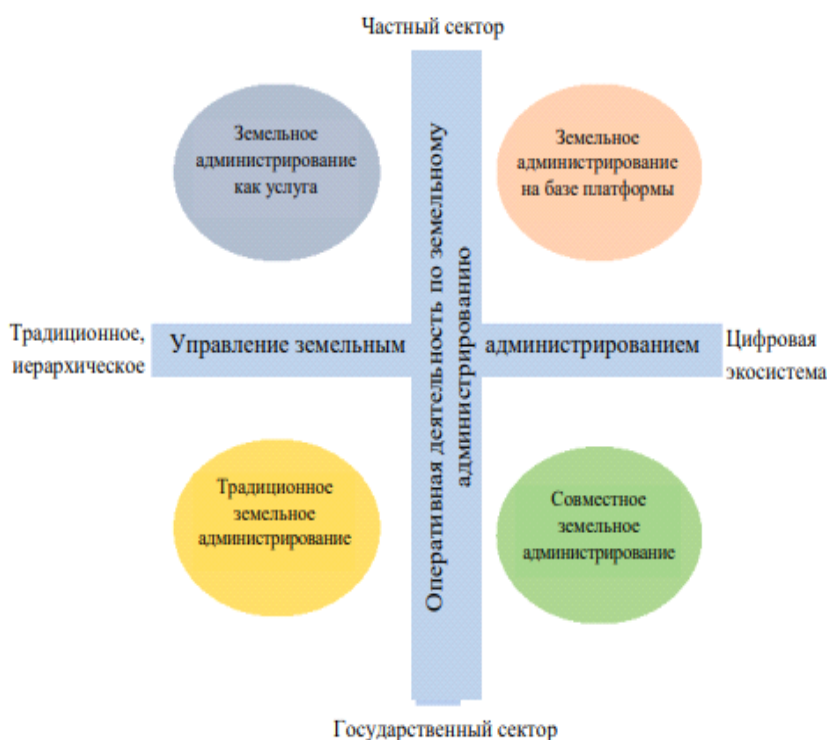


Рис. 1. Сценарий развития систем земельного администрирования

Получим четыре возможных направления движения в деятельности организаций по земельному администрированию по двум осям. Горизонтальная ось отражает способы управления земельным администрированием от традиционного, иерархического – слева, до цифровой экосистемы – справа. Вертикальная ось описывает тип организации, занимающейся земельным администрированием (от него зависит то, как работает организация).

Традиционное земельное администрирование – это организации по земельному администрированию, которые являются централизованными и в которых функции, данные и технологии, как правило, управляются и регулируются государством.

Земельное администрирование как услуга. Речь идет о сценарии, при котором один (или несколько) субъектов частного сектора оказывают большинство услуг по земельному администрированию, часто по принципу подряда, при котором государство по-прежнему управляет тремя вышеупомянутыми аспектами.

Совместное земельное администрирование осуществляется в рамках государственной системы, но с разделением обязанностей, относящихся к трем различным аспектам. Как правило, сюда включены ряд основных регистров, которые являются частью государственного облака.

Земельное администрирование на базе платформы. Это высоко автоматизированная и многосторонняя система земельного администрирования, в которой частный сектор играет важную роль в работе по всем трем аспектам, а система управления превращается в экосистему технологий, платформ и различных групп заинтересованных сторон.

На сегодняшний день администрирование в области земельных ресурсов на территории Республики Беларусь находится на рубеже традиционного земельного администрирования и совместного земельного администрирования. Связано это с тем фактом, что атрибутивная и пространственная информация из государственного земельного кадастра используется не только в отношении использования земельных ресурсов, но и в отношении других сфер деятельности человека и государства, таких как сельское хозяйство, архитектура и строительство, экология, социальная политика, торговля и т.д.

Поскольку в основе большинства видов векторной геоинформации лежат пространственные данные на основании ортофотокарт, с целью автоматизации сбора, хранения и использования материалов и данных, полученных в результате выполнения геодезических, картографических и аэрофотосъемочных работ, в Республике Беларусь создана и действует единая система учета этих материалов – Географическая информационная система государственного картографо-геодезического фонда Республики Беларусь.

С целью всестороннего развития направлений земельного администрирования на базе подчиненных Государственному комитету по имуществу Республики Беларусь организаций созданы современные геоинформационные системы:

- Публичная кадастровая карта Республики Беларусь.
- Государственная навигационная карта Республики Беларусь.
- Геопортал Земельно-информационной системы Республики Беларусь.

Источником информации для данных систем являются реестры и регистры государственного земельного кадастра, результаты землеустроительных, почвенных и кадастровых обследований, а также иная информация.

Как уже отмечалось ранее, одним из принципов НИПД или «INSPIRE» является исключение дублирования информации. Примером реализации данного принципа на территории Республики Беларусь является внесение, изменение, хранение и выдача информации из одного информационного ресурса по принципу «Одно окно» и передачи её на различные платформы по необходимости.

Так, на сегодняшний день информация в отношении административно-территориальных единиц, адресов, земельных участков и т.д., хранится в соответствующих реестрах и регистрах и передается на различные платформы геоинформационных систем. Данное деление позволяет качественно получать, обрабатывать, хранить и использовать информацию и передавать ее в другие системы. Сами же системы реестров и регистров, в частности адресной системы, во избежание дублирования информации используют связь многие ко многим и хранят информацию с «ключами». Так, в реестре наименований улиц и дорог содержатся данные в отношении категорий и наименований элементов внутреннего адреса с уникальным идентификатором, который является неотъемлемой частью адреса объекта недвижимости в реестре адресов Республики Беларусь, поэтому изменение информации в одном ресурсе приведет к её изменению во втором.

Информация из различных источников, объединённая на одной платформе должна актуализироваться с необходимой достаточностью. Для принятия управленческих решений влияние информации различных ресурсов на прогнозируемые события необходимо коррелировать влияние данных для получения четкого сценария событий.

Несмотря на сложность взаимосвязей различных систем, НИПД не ограничивается только технической частью. Пространственная часть в отношении объектов землепользования, также, несёт и юридические, ограничения.

В Республике Беларусь разработан план мероприятий, направленный на актуализацию НИПД. Объем финансирования на опытно-конструкторские работы в период 2022–2025 гг. составит в общей сложности 4 881 009 белорусских рублей (74,7 % от общего объема финансирования по мероприятию «Создание Национального геопортала» на 2021–2025 годы) [14].

Очевидно, что современное земельное администрирование республики в целом должно базироваться на НИПД. Однако на данный момент нет четкого сценария развития в данном направлении. Основная проблематика заключается в том, что для перехода новой формы администрирования с учётом глобальных тенденций недостаточно связать все ресурсы государственного земельного кадастра в единой системе. Данный комплекс лишь может послужить базисом для развития НИПД в целом, который будет дополняться другой ключевой информацией.

Заключение

Качественное земельное администрирование является ключевым фактором для эффективного использования земельных ресурсов Республики Беларусь. Использование эффективной мировой практики с адаптацией под законодательство нашей страны в области земельного администрирования идёт полным ходом. Земельное администрирование Республики Беларусь на сегодняшний день претерпевает трансформацию, вызванную цифровизацией экономики страны.

Также идёт и адаптация НПА и ТКП для использования терминов используемых в «INSPIRE», рекомендуемых стандартом ISO 19152 (Geographic information — Land Administration Domain Model). Данные изменения нашли своё отражение в постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2021 г. № 66 «О государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы»; Законе Республики Беларусь «О геодезической и картографической деятельности» и Государственной программе «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы.

Трансформация земельного администрирования, благодаря глобальной цифровизации, идёт от традиционного земельного администрирования к земельному администрированию как услуги. Частные субъекты в скором времени также смогут нести ответственность за техническую систему и ее обслуживание в области создания и развития систем земельного администрирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guidelines on Land Administration with Special Reference to Countries in Transition: ЕСЕ/НВП/96 / Economic Commission for Europe. – New York; Geneva: United Nations, 1996. – 111 с.
2. Шавров, С. А. Информационные технологии и право в земельном администрировании / С.А. Шавров [Электронный ресурс] / pravo.by. – Режим доступа: <https://pravo.by/conf2012/reports/Shavrov.doc> – Дата доступа 17.05.2022.
3. Конституция Республики Беларусь 1994 года с изм. и доп., принятыми на Респ. референдумах 24 нояб. 1996 г. и 17 окт. 2004 г. и 27 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
4. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23.07.2008 № 425-3: ред. от 16.05.2017 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 30 июля 2008 г. – № 2/1522.
5. Указ Президента Республики Беларусь 27 декабря 2007 г. №667. Об изъятии и предоставлении земельных участков: в ред. от 18.07.2021 [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
6. О геодезической и картографической деятельности: Закон Республики Беларусь от 14 июля 2008 г. № 396-3: с изм. и доп.: текст по состоянию на 22 декабря 2011 г. [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
7. Государственная программа «Земельно-имущественные отношения, геодезическая и картографическая деятельность» на 2021–2025 годы: утв. постановление Совета Министров Республики Беларусь 29.01.2021, № 55: в ред. от 12.03.2022 [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
8. The world bank IBRD IDA / Business Enabling Environment [Electronic resource]. – Mode of access: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32436/9781464814402.pdf>. – Date of access 14.05.2022.
9. INSPIRE Directive [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gov.ie/en/publication/5a8e1-inspire-directive/#:~:text=The%20Infrastructure%20for%20Spatial%20Information,an%20impact%20on%20the%20environment.> – Date of access 14.05.2022.
10. World bank group [Electronic resource] / Doing Business 2020. – Mode of access: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32436/9781464814402.pdf>. Date of access 20.05.2022.
11. Национальное кадастровое агентство Беларуси получит консалтинговую помощь ЕС по программе Twinning // Белта 5 апреля 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.belta.by/society/view/natsionalnoe-kadastrovoe-agentstvo-belarusi-poluchit-konsaltingovuju-pomosch-es-po-programme-twinning-297347-2018>. – Дата доступа 17.05.2022.
12. О Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18 марта 2022 г. № 143 [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
13. Megatrends update [Electronic resource]. – Mode of access: https://z-punkt.de/uploads/files/web1_zp_megatrends_a5.pdf. – Date of access: 26.05.2022.
14. Техническое задание по мероприятию государственной программы информатизации и ее подпрограмм // Протокол заседания научно-технический совет Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь 12.11.2021 №2 – 4 с.
15. Inspire knowledge base [Electronic resource] / Infrastructure for spatial information in Europe. – Mode of access: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/fds_report.pdf. – Date of access: 26.05.2022.
16. О соответствии Конституции Республики Беларусь Закона Республики Беларусь «Об изменении Закона Республики Беларусь «О геодезической и картографической деятельности»: Решение Конституционного Суда Республики Беларусь от 06.12.2021 № Р-1285/2021 [Электронный ресурс] / Бизнес-инфо. – Режим доступа: <https://bii.by/>. Дата доступа: 14.06.2022.
17. Национальный обзор жилищного хозяйства и землепользования / ЕСЕ/НВП/195 ООН Женева, 2019 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://unesce.org/DAM/hlm/documents/Publications/CP_Belarus2019_WEB_RUS.pdf. – Дата доступа 17.05.2022.

STUDY OF HYDRODYNAMIC AND HYDROCHEMICAL REGIME OF SUBSOIL WATERS IN THE DEBRIS CONE TARTARCHAY

HUSEYNOVA GUNAY NIZAMI GIZI

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД КОНУСА ВЫНОСА ТЕРТЕРЧАЯ

ГУСЕЙНОВА ГЮНАЙ НИЗАМИ ГЫЗЫ

Baku State University, Faculty of Geology, Department of Hydrogeology and engineering geology, huseynovagunay1@gmail.com

(Поступила в редакцию 20.06.2022)

The legitimacies of the subsoil waters regime formation in the debris cone area of the Tartarchay have been studied in the article. A direction, dynamics and reasons occurring in hydrodynamical and hydrochemical regime of subsoil waters have been investigated in long-term period, the factors playing a leading role in the regime formation have been determined.

Groundwater with suitable sweet (mineralization rate up to 1.0 g/l) and low mineralization (1–3 g/l) has been spread unevenly in mountainous and Foothill regions of the country, starting from Paleozoic age rocks and up to modern age sediments. Regional exploitation reserves of underground waters of Foothill and lowland regions were estimated by the national geological exploration Service, and hydrogeological researches were carried out on some regions (Karabakh – Mil, Ganja – Gazakh) in order to re-evaluate underground water resources in recent years.

According to the calculations carried out in different years for the Republic in general, the regional exploitation reserves of groundwater – 23764.28 thousand m³/day (or 9 billion a year). m³). Approved by the reserves Commission – 12079,4 thousand m³/day, including for mountainous regions – 126,4 thousand m³/day. The total mineralization of groundwater in the amount of 1592.1 thousand m³/day is 1–3 g/l, which can be used for irrigation and technical purposes.

Key words: *debris cone, subsoil waters, mineralization degree, hydroizogypsum, drainage, irrigation.*

В статье изучены закономерности формирования режима грунтовых вод в районе конуса выноса реки Тертерчай. Исследованы направление, динамика и причины изменения гидродинамического и гидрохимического режима грунтовых вод в многолетнем периоде, определены факторы, играющие ведущую роль в формировании режима.

Подземные воды с подходящей пресностью (минерализация до 1,0 г/л) и малой минерализацией (1–3 г/л) распространены в горных и предгорных районах страны неравномерно, начиная от пород палеозойского возраста и до современных отложений. Региональные эксплуатационные запасы подземных вод предгорных и равнинных районов были подсчитаны Национальной службой геологоразведки, а в некоторых районах (Карабах-Мил, Гянджа-Газах) с целью переоценки ресурсов подземных вод в последние годы были проведены гидрогеологические исследования.

По проведенным в разные годы расчетам в целом по республике региональные эксплуатационные запасы подземных вод составляют 23764,28 тыс. м³/сут (или 9 млрд м³ в год). Утвержденные комиссией запасы – 12079,4 тыс. м³/сут, в том числе для горных районов – 126,4 тыс. м³/сут. Общая минерализация подземных вод в количестве 1592,1 тыс. м³/сут составляет 1–3 г/л, которые могут быть использованы для орошения и технических целей.

Ключевые слова: *конус выноса, грунтовые воды, степень минерализации, гидроизогипс, дренаж, орошение.*

Problem statement. As it is known, study of the subsoil waters regime is a structural part of the general complex of hydrogeological researches performed for the purpose of use perspective assessment, including exploitation resource calculation.

But the exploitation resource considers a quantity of the subsoil waters obtained with technico-economically rational water-raising in a required number and quality in a constant regime for the exploitation period. So, the hydrogeological researches must be directed to grounding of the subsoil waters, including the subsoil waters regime study.

Object and method of the research. The distinctive places have been selected in the debris cone area of the Tartarchay, the purpose is to study the subsoil water regime, their modern reserve, condition of the qualitative formation. The complex research methods have been used: the researches have been performed on initial cameral, field and laboratorial investigations and total cameral research stages. The information about a research object published in the fund, archives materials and reference sources has been systematized, then the field and laboratorial research materials have been analyzed in the first stage of the research.

Analysis and discussion. The debris cone of the Tartarchay which surrounds a great area of the Garabagh plain is situated in the north-east part of the Little Caucasus. This region borders on the Kur river from north-east, on İnjachay from north-west, on Khachinchay from south-east, on maternal rocks of the Little Caucasus from south-west and approximately borders on horizontal possessing 450 m height. The debris cone of the Tartarchay is considered an accumulative plain which is inclined from south to north because it is situated on the north-east slope of the Little Caucasus.

The relief height is from 450 m (in the south) to 1.0 m, but the surface inclination changes from 0,02 to 0,004 m. The surface of the research zone is strongly broken by the river valleys and many ravines and dry river valleys.

Splintering of the relief strongly gets reduced in the north-eastern direction and the plain surface becomes smoothed everywhere (from wave-like to the even surface).

The Tartarchay debris cone region is characterized by the weak hot semidesert and the field climate type having dry winter. The medium long-term temperature of the air is 14–14,5 °S in the Kur and 10–14 °S in the southern part. The coldest months are January and February (medium long-term temperature 0–3 °S), but the warmest months are July–August (medium long-term temperature 25–28 °S). The change amplitude of the temperature is from 7–9 °S (January) to 12–14 °S (August) [1].

The atmospheric precipitations are a main nutrition source of the subsoil waters and mainly fall down to the land surface like liquid. A quantity of the atmospheric precipitations is 200–400 mm during a year. Its 100–200 involve the plant vegetation period, but 100–150 mm–non vegetation period.

An average monthly relative moisture of the air is 39–82 %. Its minimum value is observed in June – August (39–67 %), but a maximum value is observed in the spring and autumn (63–82 %) [3].

The evaporation from the open water surface changes (according to the long-term information) from 800 mm (in the south-west) to 14 mm (in the north-east). A quantity of evaporation from water surface is 3–4 times more than the atmospheric precipitations number. The additional water sources (subsoil and surface waters) are used for the irrigation purposes [4].

The biggest water canal is considered the Kur in the region. This river forms a region border in the north, it runs from north-west to south-east. The river bed inclination is 0.00015, but the flow rate is 1–2.1 m/sec in this area. An average yearly expense of the Kur is 397 m³/sec. The main nutrition sources are snow (52 %), rain (18 %) and subsoil waters (30 %) [8]. An average yearly turbidity is 100–150 g/m³.

The second largest river of the region is the Tartarchay.

Its average yearly expense is 21.9 m³/sec in the Madagez station. The nutrition sources are snow (22 %), rain (47 %) and subsoil waters (31 %).

The Injachay runs from the north-west border. Its length is 83 km, but water collector area is 205 km². An average yearly expense is 1.12 m³/sec near the Talish canal. The nutrition sources are snow (19 %), rain (52 %) and subsoil waters (29 %) [3]. Total hardness of the debris cone rivers is 3–6 mg.ekv/l (weak hard waters). The water of these rivers is used with the irrigation purpose [2].

A chemical composition of the Tartarchay, Khachinchay and Injachay waters changes along their flow. So, a chemical composition of waters is hydrocalcareous-calcic-magnesium at the foothill zone, but it is hydrocalcareous-sulphate-sodium, sodium-calcic, hydrocalcareous-sulphate in their low flow. The mineralization rate of waters accordingly changes (a from 0.24 g/l to 2.27 g/l) in the direction of the rivers flow. A slight change is observed along the flow in the Kur river.

The most part of the river waters in debris cone is spent on penetration from river-bed in the alluvial-prolluvial plain. They wedge on the land surface and create “garasu” (black water) flows in the Kur zone. The water stroages have been built for using of these rivers waters in their upper flows with the purpose of irrigation. These water storages partly compensate a need of the region for the irrigative waters in the summer months, (at the foothill and central part). The subsoil waters spreaded in the central part of the region are used for the purpose of the irrigation and water provision of the settlements.

The precipitations of the Mesozoic (juri, chalk), paleogenic, neogenic and the fourth period take part in geological structure of the zone. The subsoil waters concern the modern, fourth period precipitations and they spread on the whole zone. The subsoil waters formation happens at the foothill part where the rocks of the zone has a high water-permeability.

But the subsoil waters formation continues towards bottom over the flow. If the formation sources of the subsoil waters which exceed at the top of the debris cone are considered infiltration from the rivers, atmospheric precipitations, condensation waters, including trickling from maternal rocks of the upland zone then the infiltration exceeds from irrigation waters over the flow at the bottom.

Unloading of subsoil waters occurs by the plants tranpiratoin and physical evaporation, flowing aside and to the Kur from interriver area, including by the artificial methods-drainage system and water exploitation with water-conductors [5, 6, 8].

The bed depth and mineralization of the ground waters in the Injachay-Khachinchay aouthor to get an exact information about formation, nutrition and unloading condition of subsoil waters at present.

A bed depth of subsoil waters is very different, and it change by 0–20 m, its gradual decrease is observed along the flow in the direction of north and north-east. The bed depth of subsoil waters gets decreased from 5–10 m to 2–3 m from the top part of the debris cone till the Kur river, then it rises again till 3-5 m near the Kur. But it is observed less than 1m in the small area towards east in a central part of the zone (6 km²) [2].

According to the hydroizogypsum map the subsoil water flow is directed from west and south-west to east-from foothill to the Kur river. An absolute mark of the subsoil water level changes 300 m from right bank of the Tartarchay canal till 10 m along the Kur river.

An analysis of the regime-observation data indicate that an increase is observed in an average value of the bed depth in subsoil water of the zone (1951–1983), and this is connected with increase of the irrigative waters volume and largeness of the irrigated areas.

In connection with the collector-drainage system activity, the areas which are surrounded by the subsoil waters at 1–2 m of depth get reduced 1.5–2 times at the expense of the subsoil waters in the most depth in 2013 in comparison with 1983.

We should note that the areas which are surrounded by the subsoil waters possessing 1–2 m depth in connection with the intensive activity of drainage get decreased at the expense of subsoil waters in the most depth (2–3, 3–5, 5–10 m) in 2013 in comparison with the previous years. While the subsoil waters at 1–2 m of depth occupied 760 km area in 1983, this area reduced till 44 % and was 335 km in 2013. The subsoil waters at 2–3 m depth increased their area 15.3 %, but the area occupied by the subsoil waters at 5–10 m depth didn't change in 2013. (Table 1).

Table 1. **Perennial of the bed depth of the subsoil waters in the debris cone of the Tartarchay**

Bed depth of subsoil waters, m	The areas which are surrounded by the subsoil waters possessing different bed depth: km ² in fraction numerator, in denominator-from total area with the coefficient.			
	H.Y.Israfilov,1951	H.Y.Israfilov,1962	R.Y.Mammadov,1983	G.N.Huseynova,2013
<1	$\frac{173}{9,3}$	$\frac{209}{11,2}$	$\frac{3}{0,4}$	$\frac{6}{0,3}$
1-2	$\frac{321}{17,3}$	$\frac{560}{30,2}$	$\frac{760}{40,9}$	$\frac{335}{18}$
2-3	$\frac{307}{16,5}$	$\frac{443}{23,8}$	$\frac{365}{19,6}$	$\frac{549}{29,5}$
3-5	$\frac{508}{27,3}$	$\frac{180}{9,7}$	$\frac{125}{6,7}$	$\frac{409}{22}$
5-10	$\frac{173}{9,3}$	$\frac{110}{5,9}$	$\frac{602}{32,4}$	$\frac{561}{30,2}$
>20	$\frac{20}{1,1}$	–	–	–
Average weight value, m	5,7	4,8	3,8	4,1

The researches indicate that the waters taken from the upper Garabagh canal with the purpose of irrigation (for the purpose of agricultural plants irrigation and saline soils washing) are drinkable (0.5–0.6g/l), but chemical composition is sulphate-hydrocalcereous-calcic-sodium, changes in pH=7.6–8.0 interval. During the irrigation a mineralization rate of the waters trickling from the aeration zone rises.

The analysis of the long-term (1951–1983) regime-observation data indicates that a mineralization rate of the subsoil waters gradually reduced under an influence of the long-term irrigation performed in a drainage background. So, an average weight value of the mineralization rate of the subsoil waters reduced from 22.1 g/l to 2.3 g/l in 1983, but any change wasn't observed in 2013 (Table 2). But the areas which are surrounded by them have been differently changed for mineralization degree.

Table 2. **Dynamics of the Tartarchay debris cone area in a long-term section of the subsoil waters mineralization**

Subsoil waters mineralization, g/l	The areas which are surrounded by the subsoil waters possessing different mineralization: km ² in fraction numerator, in denominator-from total area with the coefficient.			
	H.Y.Israfilov, 1951	H.Y.Israfilov, 1962	R.Y.Mammadov, 1983	G.N.Huseynova, 2013
<1	$\frac{420}{22,6}$	$\frac{504}{27,1}$	$\frac{1027}{55,3}$	$\frac{465}{25,0}$
1-3	$\frac{453}{24,4}$	$\frac{343}{18,5}$	$\frac{591}{31,7}$	$\frac{1116}{60,0}$
3-5	$\frac{130}{7,0}$	$\frac{148}{7,9}$	$\frac{67}{3,6}$	$\frac{111,6}{8,0}$
5-10	$\frac{145}{7,8}$	$\frac{122}{6,6}$	$\frac{70}{3,8}$	$\frac{148,8}{8,0}$
10-25	$\frac{135}{7,2}$	$\frac{135}{7,3}$	$\frac{105}{5,6}$	$\frac{14,9}{0,8}$
25-50	$\frac{219}{11,8}$	$\frac{250}{13,4}$	–	$\frac{3,7}{0,2}$
>50	$\frac{358}{19,2}$	$\frac{358}{19,2}$	–	–
Average weight value, g/l	21,6	22,1	2,3	2,4

If in 1983 groundwater with mineralization rate of up to 1 g/l covered 55,3 % of the total area, in 2013 the area surrounded by groundwater with similar mineralization has already increased 25,0 g/l for 55–60 %. On

the other hand in the areas covered by groundwater with mineralization of 1–3 g/l, increased from 31,7 % to 60,0 %, but in the areas with 3–5 g/l and 5-10 g/l it rose from 3,6 % to 8,0 % the reductions are observed in the places where it is more than 10–25 g/l.

Conclusion

It was determined as a result of the researches that the leading role in a formation of the subsoil waters regime was transformed from natural factors into technogen factors in a long-term section of the Tartarchay debris cone (1951–2013). It was known that a serious change occurred in hydrodynamical and hydrochemical regime of the subsoil waters in a long-term section (1951-2013). So, an average weight mark of the subsoil waters level increased from 5.7 m to 3.8 m in 1951 till 1983, mineralization rate reduced from 21.6 g/l to 2.3 g/l. An average weight value of the subsoil waters rose from 3.8 m to 4.1 m, mineralization rate increased from 2.3 g/l to 2.4 g/l as a result of the subsoil waters extraction by the water-conductors from 1983 to 2013.

REFERENCE

1. Abadov, B. A., Mammadova E. A., Huseynova G. N. Some peculiarities of the subsoil water regime at foothill plain in Garabagh. Materials of the Republic scientific conference in a theme of “Actual problems of geology” devoted to the Azerbaijan people Haydar Aliev’s 91th anniversary. Baku, 2014. Baku Unuversity publishing house, 2014. .p.312.
2. Alimov, A. K. Irrigative canals and their influence on ecological condition. Baku;Pub. Elm, 1996, p.92.
3. Alimov A.K. Garabagh regional water balance-station, its purpose and results of geological-hydrogeological experiments, Baku, Pub. «Takhsil» TPP, 2009, p. 478.
4. Israfilov, H. Y. Subsoil waters of Kur-Araz lowland. Pub.Education, 1972, p. 272.
5. Mailov, H. Y., Magomedov A. M., Alimov A. K., Balance of subsoil waters of debris cone in river arteries and their regulations. Baku- Science. 1995, .p.340.
6. Mammadova, E. A. Ameliorative Hydrogeology (textbook), Baku, «Laman publishing polygraphy» MMC, 2016, p 268.
7. Mammadova, E. A., Aliev S. A. Hydrogeological-meloirative state of the irrigative soils in the Garabagh plain in a zone of the meliorative systems effect. Ganja section of ANAS, New totality, №56. Science publication. Ganja-2014, p.73–77.
8. Mammadova, E. A., Aliev S. A. |Percpective of use from subsoil waters in debris cone of the river arteries in Garabagh steppe for water supply. Journal «Water economy of the Ukraine» №1. Kiev-2011, p. 22–25.

ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ГРАНУЛ УДОБРЕНИЙ, КАПСУЛИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ

Х. А. ГАРАМАМЕДОВ, Ш. Г. МАМЕДОВА

Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Республика Азербайджан, AZ5000,
e-mail: huseyn.qaramamedov@mail.ru; samata-mamedova@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.06.2022)

Для повышения урожая сельскохозяйственных культур широко используются минеральные удобрения. Однако известно, что всего 40 % от общего количества удобрения, внесенного в почву, усваивается растениями. Остальная часть вымывается дождевыми и почвенными водами, которые загрязняют окружающую среду: источники питьевой воды, реки и моря. Для предотвращения указанных явлений гранулы минеральных удобрений капсулируются биологически разлагаемыми полимерами. Капсулированные удобрения имеют ряд преимуществ по качественным показателям и предотвращают вышеуказанные недостатки. Поэтому изучение механизма растворимых свойств многослойных гранул удобрений, капсулированных различными полимерами, имеет теоретическое и практическое значение.

В статье рассмотрено изучение растворимых свойств гранул многослойных удобрений, капсулированных различными полимерами. При этом в качестве полимерного материала были взяты калий-карбоксиметилцеллюлоза (К-КМС), аммоний-карбоксиметилцеллюлоза-NH₄-КМС и кальций-карбоксиметилцеллюлоза-Ca-КМС, синтезированные нами [3, 4]. Процесс капсулирования проведен в цилиндрическом коническом аппарате псевдосжиженного слоя. Сначала получили однослойные гранулы, затем, путем чередования, двух- и трехслойные. Капсулированные гранулы проанализированы по известным методикам, результаты указаны в таблице.

Анализ качества гранул с различными полимерами показывает, что с увеличением количества слоев механическая прочность гранул изменялась в пределах от 2,06 до 4,04 МПа, она связана с увеличением межмолекулярной силы сцепления полимеров. Процесс растворения многослойных гранул удобрений состоит из смачивания, набухания и фильтрации растворенного удобрения через капилляры, образованные при растворении гидрофильных групп, имеющихся в полимерной цепи, а также приведены уравнения для определения времени и скорости периода полного растворения.

Результаты исследования могут быть использованы в сельском хозяйстве и в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: капсула, слой, капиллярное отверстие, гигроскопичность, многослойность, инкапсулирование.

Mineral fertilizers are widely used to increase crop yields. However, it is known that only 40 % of the total amount of fertilizer applied to the soil is absorbed by plants. The rest is washed away by rain and groundwater, which pollute the environment: sources of drinking water, rivers and seas. To prevent these phenomena, mineral fertilizer granules are encapsulated with biodegradable polymers. Encapsulated fertilizers have a number of advantages in terms of quality and prevent the above disadvantages. Therefore, the study of the mechanism of soluble properties of grains of multilayer fertilizers encapsulated by various polymers is of theoretical and practical importance.

The article considers the study of soluble properties of grains of multilayer fertilizers encapsulated by various polymers. In this case, potassium-carboxymethylcellulose (K-CMC), ammonium-carboxymethylcellulose (NH₄-CMC) and calcium-carboxymethylcellulose (Ca-CMC) synthesized by us were taken as a polymeric material. The encapsulation process was carried out in a cylindrical conical apparatus operating in a fluidized bed. First, single-layer granules were obtained, then, by alternation, two- and three-layer ones. Encapsulated granules were analyzed according to known methods, the results are shown in the table.

An analysis of the granules with various polymers shows that with an increase in the number of layers, the mechanical strength of the grains varied from 2.06 to 4.04 MPa; it is associated with an increase in the intermolecular adhesive force of the polymers. The dissolution process of multilayer fertilizer granules consists of wetting, swelling and filtering the dissolved fertilizer through capillaries formed by the dissolution of hydrophilic groups present in the polymer chain, and equations are given to determine the time and rate of the complete dissolution period.

The results of the study can be used in agriculture for various calculations in the production of medicines and in various industries.

Key words: capsule, layer, capillary hole, hygroscopicity, multilayer, encapsulation.

Введение

Инкапсулирование гранул удобрений полимерными материалами является одной из передовых технологий, используемых для обеспечения растений питательными веществами в течение вегетационного периода, а также для повышения качества удобрений и предотвращения экологического дисбаланса. Инкапсулированные гранулы растворяются постепенно, но в ряде случаев из-за трещин на поверхности гранул также по разным причинам происходит внезапное растворение капсулы, это приводит к потере питательных веществ и отравлению рек, морей, питьевых водоемов и вызывает дисбаланс [1, 2].

Чтобы преодолеть эти недостатки, гранулы инкапсулируют в два, а иногда и в три слоя с использованием различных полимеров. Для этой цели часто используют полимеры, содержащие питательные вещества, что позволяет обеспечить растения дополнительное питание растений. Изучение этого процесса имеет теоретическое и практическое значение, так как в литературных источниках недостаточно информации о растворимости гранул удобрений, инкапсулированных в двухслойный и трехслойный полимер [3–7].

Целью исследования является изучение растворяющих свойств гранул многослойных удобрений, инкапсулированных различными полимерами.

Основная часть

В качестве объекта опыта было взято товарное гранулированное двойное суперфосфатное удобрение диаметром 1,2,3 мм. По 50 грамм каждого из видов этих удобрений брали отдельно и инкапсулировали в лабораторном приборе с цилиндрическим коническим днищем (рис. 1)

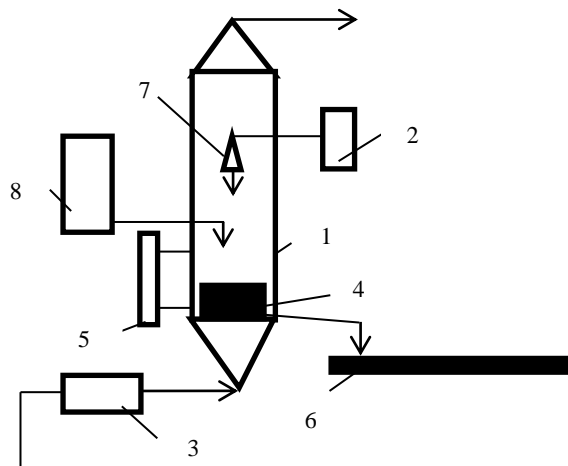


Рис. 1. Аппарат кипящего слоя:

- 1) аппарат кипящего слоя; 2) сборник; 3) калорифер; 4) кипящий слой; 5) манометр;
- 6) транспортерная лента; 7) пневмораспылитель; 8) бункер

Капсулирование осуществляли 15%-ным раствором синтезированных нами биоразлагаемых полимеров: калий-карбоксиметилцеллюлоза (К-КМС), Na-КМС и Ca-КМС [8, 9].

Капсульную операцию проводили поэтапно. На первом этапе гранулы инкапсулировали 15%-ным раствором К-КМС при температуре 80–100 °С. После полного высыхания гранул из рабочей зоны аппарата отобрали пробу 300 граммов гранул, инкапсулированных стержнем, прикрепленным к концу специальной ложки. После охлаждения образца до комнатной температуры отобрали 5 шт. капсулированных гранул удобрений размером 1 мм, а остальную часть образца возвращали в аппарат. После возобновления процесса смешивания процесс капсулирования повторяется сначала с NH₄-KMS, а затем с Ca-KMS для формирования второго и третьего слоёв капсулы. После сушки от каждого капсулированного двух- и трехслойного образца отбирают по 5 шт. проб, как описано выше. Для изучения растворимости взятых проб берем стакан, наполненный 100 мл воды, и наблюдаем за процессом растворения. Результаты представлены в таблице ниже.

Однослойные и многослойные гранулы удобрений, инкапсулированные в полимер, свойства растворимости

Основные показатели капсулированных гранул	Размеры гранул удобрений (d= 1,2,3) · 10 ⁻³ м														
	однослойные капсулированные гранулы					двухслойные капсулированные гранулы					трёхслойные капсулированные гранулы				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. Угол смачивания θ°град	10	10	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Продолжительность набухания, мин	20	20,5	195	21	20	21	21,5	20	21	21,5	25	25,7	25	25,3	25
						20	20	19,8	20	20	20	21	21	20,5	20
											20	19,5	20	19,7	20
Продолжительность полного растворения, мин.	32	30,5	31	32	30	53	54	53	52	53,5	68	70,3	70	72,4	71
Механическая прочность, 1,8 МПа	2,2	2,0	2,1	2	2	3	3,1	3,2	3	2,8	4	3,7	4	4,5	4
Время сохранения на складе, месяц	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	12	12	12	12	12
Гигроскопичность капсулированных гранул, %	30	39	35	30	31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Загрязнение окружающей среды и источников питьевой воды, %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что на поверхности гранул удобрения формируется достаточно прочный капсульный слой полимерного материала.

Механическая прочность гранул, покрытых однослойной капсулой, составляет 2,06 МПа; гранул, покрытых двухслойной капсулой, составляет 3,02 МПа; покрытых трехслойной капсулой – 4,04 МПа. Такое увеличение механической прочности обусловлено силой сцепления молекул полимерного раствора на поверхности гранул и между слоями. Молекулы отличаются тем, что раствор полимера расплывается на одну поверхность, смачивание неполное и адгезия относительно низкая, а в двух- и трехслойных гранулах смачивание полное, потому что молекулы подобны, что приводит к более высокой адгезии [5]. Срок хранения гранул соответственно 6, 8, 12 месяцев. Это является подтверждением того, что сила сцепления выше у двух- и трехслойных гранул. Гигроскопичность гранул составляет 33 % у однослойных капсул и 0 % у двухслойных и трехслойных, что обусловлено их плотностью. Этим можно объяснить постепенное растворение гранул. Одним из основных вопросов является изучение свойств проводимости полимерных слоев [6]. Для этого из двух- и трехслойных гранул берем по 5 образцов размером $d = 1 \div 3 \cdot 10^{-3}$, м и на каждом из них отмечаем элементарную площадь ds вокруг точки M .

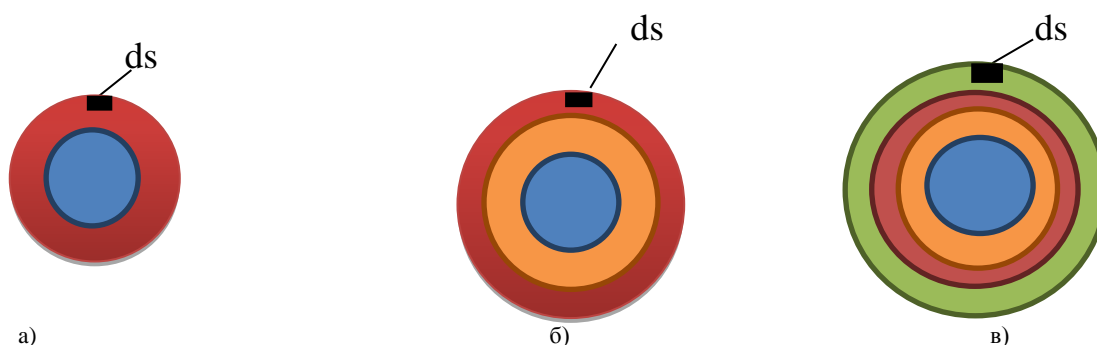


Рис. 2. Гранулы удобрения с капсульным покрытием $d = 3 \cdot 10^{-3}$ м:
а) однослойная гранула, б) двухслойная гранула, в) трехслойная гранула,
элементарное поле вокруг точки $ds-M$

Затем помещаем каждый образец отдельно в стакан на 100 мл, добавляем воду до тех пор, пока он не будет покрыт жидкостью, и наблюдаем в электронный микроскоп. Под действием жидкости начинается частичное смачивание во всем (втором) слое, и только после того, как верхний слой растворился, при полном смачивании второго слоя происходит набухание [9]. Затем жидкость фильтруется внутри капсулы и растворяет гранулу, а полученный раствор удобрения постепенно начинает выходить наружу. Время растворения слоев составляет около 41 минуты.

Аналогичным образом происходит процесс растворения трехслойных гранул удобрения, который заканчивается через 65 минут. Наблюдения показывают, что время растворения слоев различно. Это связано с различиями в толщине слоев и силе сцепления между частицами. Для определения скорости растворения гранул удобрений, инкапсулированных биоразлагаемыми полимерами, с учетом вышеперечисленных характеристик можно записать следующее выражение:

$$V_h = \frac{DNS\Pi_d}{h\mu}, \quad (1)$$

где D – средний диаметр капсулированных гранул, $d \cdot 10^{-3}$ м; количество капилляров на площади N единиц; ds – элементарная площадь поверхности капсулированных гранул, m^2 ; h – толщина капсульного слоя, м; μ – концентрация раствора удобрения из капсулы, Pz ; Π_d – степень полимеризации полимерного материала, %; V_h – скорость растворения в воде капсулированных гранул, кг/с.

Регулирование времени растворения гранул удобрений, инкапсулированных различными полимерами, также зависит от количества гидрофильных групп полимерного материала. Уменьшение количества гидрофильных групп ускоряет его растворение или замедляет. Поэтому количество гидрофильных групп для первого слоя следует выбирать таким образом, чтобы полностью удовлетворить потребности растения при развитии зародыша. Второй период – после появления всходов растения. Затем растение цветет и начинает плодоносить. Третий период – это период созревания плодов. Результаты экспериментов показали, что каждый из этих периодов составляет около 1,5 месяцев. Поэтому количество питательных веществ для каждого слоя определяется специальным расчетом.

Обобщая вышеизложенное, можно написать следующее выражение для расчета периода полного растворения:

$$t = \tau_i + \tau_s + \tau_g, \quad (2)$$

где t – период увлажнения, набухания и выхода растворенного раствора удобрения из капилляров по $\tau_i - \tau_i + \tau_s + \tau_g$, с. Учитывая, что $\tau_g = \frac{n^1}{n}$, то выражение (2) можно записать в виде:

$$t = \tau_i + \tau_s + \frac{n^1}{n}, \quad (3)$$

Здесь n^1 — количество гидрофильных групп, n – общее количество молекул [10].

Заключение

В результате исследований были изучены растворимые свойства многослойных гранул удобрений, капсулированных различными полимерами. Установлено, что с увеличением количества слоев механическая прочность гранул изменялась в пределах от 2,06 до 4,04 МПа. Процесс растворения капсулированных многослойных гранул удобрений состоит из смачивания, набухания и фильтрации растворенного удобрения через капилляры, образованные растворением гидрофильных групп, имеющих в полимерной цепи, а также приведены уравнения для определения времени и скорости периода полного растворения. Результаты исследования могут быть использованы в сельском хозяйстве и в различных отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брук, М. А. Использование полимерных материалов для капсулирования минеральных удобрений // ВКН: Итоги науки и техники. Сер. Химия и технология высокомолекулярных соединений / М. А. Брук, Ф. С. Якушин. – М.: ВИНТИ, 1980. – Т.13. – С. 210–241.
2. Соколовский, А. А. Технология минеральных удобрений и кислот / А. А. Соколовский, Е. В. Яшке. – М.: Химия, 1979. – 384 с.
3. Qaraməmmədov H.Ə.Kapsullaşdırılmış gübrələr / SDU «Elmi xəbərlər» jurnalı. – С.12. – №1. – 2012. – S. 56–61.
4. Пат.2012564, РФ, Б. И., 1994, №1.
5. Pat.960010, Az.R., 1996, il.
6. Pat.960011, Az.R., 1996, il.
7. Рустамов, Я. И. Некоторые аспекты технологии синтеза солей карбоксиметилцеллюлозы из различных природных материалов / Я. И. Рустамов, Р. В. Асадов, Г. Я. Рустамова // Узбекский химический журнал. – 2012. – №2. – С. 49–54.
8. Рустамов, Я. И. Синтез производных целлюлозы с особыми свойствами из целлюлозосодержащих природных материалов и приоритетные области их использования / Я. И. Рустамов, Г. Я. Рустамова, В. А. Насирова, У. Ф. Гулиева // Azərbaycan kimya jurnalı. – 2013. – №2. – С. 39–43.
9. Дейли Дж., Харлеман Д. Механика жидкости. Перевод с англ., под. Ред. чл. кор. АН СССР О. Ф. Васильева. М.: «Энергия» 1971, С. (44–45), 468 с.
10. Кинетическая модель и закономерности растворения натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы в воде / Я. И. Рустамов [и др.] // Химическая промышленность. – 1993. – №9. – С.4(413)–7(415).

Научно-методический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» публикует результаты научных исследований сотрудников УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», других научных учреждений и организаций в области аграрной экономики, земледелия, селекции, растениеводства, мелиорации и землеустройства, механизации и сельскохозяйственно-го машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vestnik-bгаа@yandex.ru.

К статье должны быть приложены: рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук; **сопроводительное письмо** дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации); **контактная информация:** фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей: объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п., или 4–5 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 11, через 1 интервал, абзацный отступ 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 9 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц только книжная; использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается; **таблицы** набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %; **формулы** составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом; **рисунки** вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм); **список литературы** должен быть оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

инициалы и фамилия автора (авторов);

аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области);

анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; **а также учитывать опыт ученых БГСХА, что должно быть отражено при оформлении пристатейного списка литературы;** здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные

результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, содержащие устаревшие (5–7-летней давности) результаты исследований, однолетние данные и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Единоличные статьи аспирантов, докторантов и соискателей предоставляются с подписью научного руководителя.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей (двойное слепое рецензирование: автор не знает рецензента, рецензент не знает автора). Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлекцией.

Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи. Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки. Публикация статей в журнале бесплатная. Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями, – авторы.

Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных, либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Редакционный совет

Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Есполов Т. И., доктор экономических наук, профессор, академик Казахской ААН, ректор НАО «Казахский национальный аграрный университет».

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Макаш Ш., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западновенгерского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Редакционная коллегия

Главный редактор Великанов В. В., кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Члены редколлегии

Буць В. И., доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Бушуева В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики.

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, лауреат Государственной премии Республики Беларусь.

Демичев Д. М., доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и истории права учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Дубежинский Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий межвузовской научно-исследовательской лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для агрообустройства.

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихацевич А. П., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, главный научный сотрудник РУНИП «Институт мелиорации НАН Беларуси».

Персикова Т. Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения.

Петровец В. Р., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации растениеводства и практического обучения.

Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдлин М. З., кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры техносферной деятельности и общей физики учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Ведущий редактор Савчиц Е. П.

Редактор технической Серякова Т. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

*213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bgaa@yandex.ru*

© *Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022*

Подписано в печать 16.09.2022 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 22,08 Уч.-изд. л. 19,0 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